

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

discussione ricordata da Aristocle

nei mesi di giugno e luglio 2014 nei Campi Elisi, «ove i buoni ricevono una vita libera dalla fatica»

✱

Socrate sta passeggiando lungo una spiaggia marina nei Campi Elisi assorto nei suoi pensieri, quando scopre Einstein camminando in lontananza.

SOCRATE: Oh Dio mio. Guarda chi c'è. Il professor Einstein! *(Chiamando ad alta voce per attirare l'attenzione di quest'ultimo). Professore!*

EINSTEIN: *(Voltandosi)* Sì?

SOCRATE: Professor Einstein! Posso farle qualche domanda?

EINSTEIN: *(A sorpresa)* È Socrate, come vivo e respiro! O meglio, come sono morto e *non* respiro. Dio mio! Lei, mio caro signore, è in apparenza tanto simile al suo busto nei musei vaticani!

SOCRATE: E lei, caro professore, è così ben noto che tutte le persone nel mondo sono in grado di riconoscerle a un chilometro di distanza. Ma per venire al punto: sto cercando da molto tempo farle alcune domande su uno dei suoi esperimenti-pensiero.

EINSTEIN: Povero me! Devo essere interrogato dallo stesso Socrate? *(Sorriso ironico)*. Ma certo; per piacere, avanti. In punto di fatto, ho spesso messo in dubbio le mie proprie teorie, soprattutto dopo i matematici le hanno riformulate! *(Sorridente)*.

SOCRATE: Sì; ho sentito che una volta lei aveva dichiarato, effettivamente – e sto citando a memoria: «Da quando i matematici hanno attaccato – cioè, elaborato – la teoria della relatività, io stesso non la capisco più.» Ma non era questo soltanto uno scherzo?

EINSTEIN: Beh, solo in parte. Non sono mai stato molto esperto in matematica, lei capisce. Ho una certa padronanza *ordinaria* di matematica, di certo, ma lo hanno anche molte altre persone in molti altri campi! Ma per formulare la teoria della relatività sono stato aiutato enormemente dal matematico Hermann Minkowski da Göttingen, in Germania, che una volta mi aveva descritto – e piuttosto correttamente, devo ammettere – come «un cane pigro che non ha mai preso la briga di occuparsi seriamente della matematica»! E un'altra persona che mi ha aiutato con la matematica è stato il mio ottimo amico Marcel Grossman. Devo ammettere che sono stato a volte descritto come un «matematico» nella stampa popolare nella prima parte del ventesimo secolo, ma solo perché il termine «fisico teorico» non era in uso popolare nei giornali del tempo. Ho collaborato con matematici come Grossman per aiutarmi con i dettagli matematici per le mie teorie – ho dovuto farlo per forza, non essendo molto esperto in materia.

SOCRATE: O benissimo! Anch'io non sono mai stato molto esperto nella matematica, e sarebbe difficile per me spiegare anche il più semplice dei teoremi dei miei contemporanei terreni. Allora

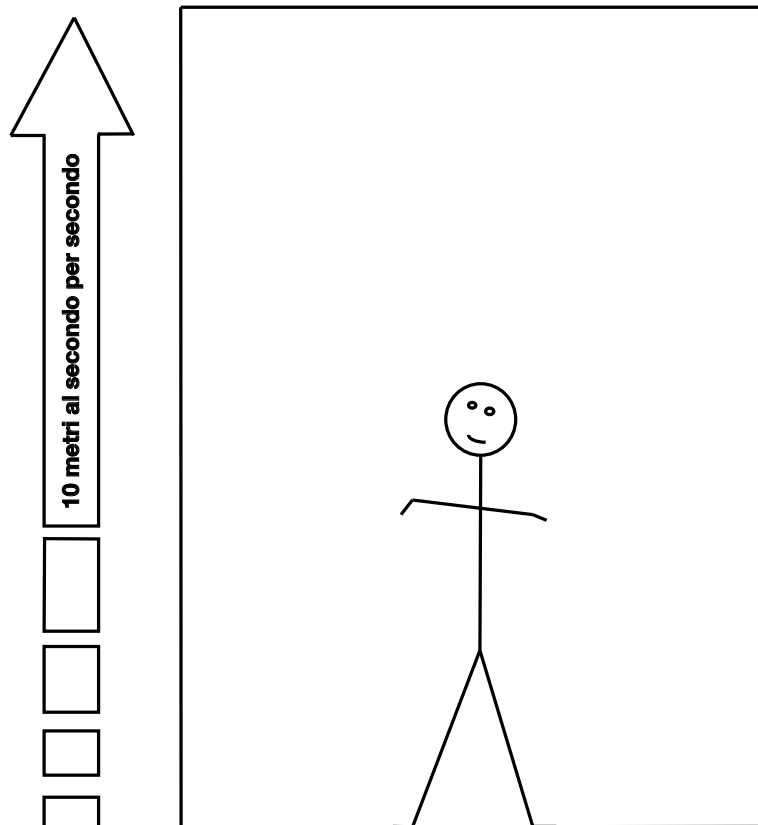
EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

seriamente, non le chiederò domande matematiche affatto. Non dovrei nemmeno sapere come *formulare* la maggior parte di tali domande.

EINSTEIN: Grazie. Avrei difficoltà rispondere, se mi facesse alcune tali domande! Non si preoccupi delle sue difficoltà in matematica – le assicuro che le mie sono più grandi. Avevo scritto una volta: «La maggior parte delle idee fondamentali della scienza sono essenzialmente semplici, e possono, come una regola, essere espresse in un linguaggio comprensibile a tutti.»

SOCRATE: Sono *completamente* d'accordo. Ed intanto, per venire al punto: una delle domande che è stata più alta nella mia mente è a proposito del suo esperimento-pensiero del «ascensore». Se l'ho ben capito, si immagina una persona in una grande «scatola» o camera senza finestre, come per esempio un ascensore, che viene accelerato verso l'alto, aumentando la sua velocità a un tasso di 10 metri al secondo ogni secondo – se ho capito bene, quest'è il tasso di accelerazione di gravità sulla superficie terrestre, o quello che si chiama un «g» – e lei, caro Professore, sostiene che non c'è alcun modo per la persona dentro l'ascensore di essere in grado di controllare se sta fermo in una stanza sulla terra, o viene invece accelerato dentro la stessa stanza nello spazio vuoto a 10 metri al secondo per secondo. Non è così? Faccio un disegno grezzo del suo ascensore qui, solo per permetterle di controllare che ho capito quello che sostiene – e mi corregga se sbaglia. (*Disegna con un bastone uno schizzo simile alla seguente immagine grezza nella sabbia.*)



EINSTEIN: Beh, sì e no. Non è *tutto* quello che sto affermando, capisce ...

SOCRATE: Oh sì, certo – proprio così; ma mi occuperò con il resto dei suoi reclami dopo un po' di tempo. Ma non è quello che ho detto, almeno in *parte*, ciò che lei sostiene?

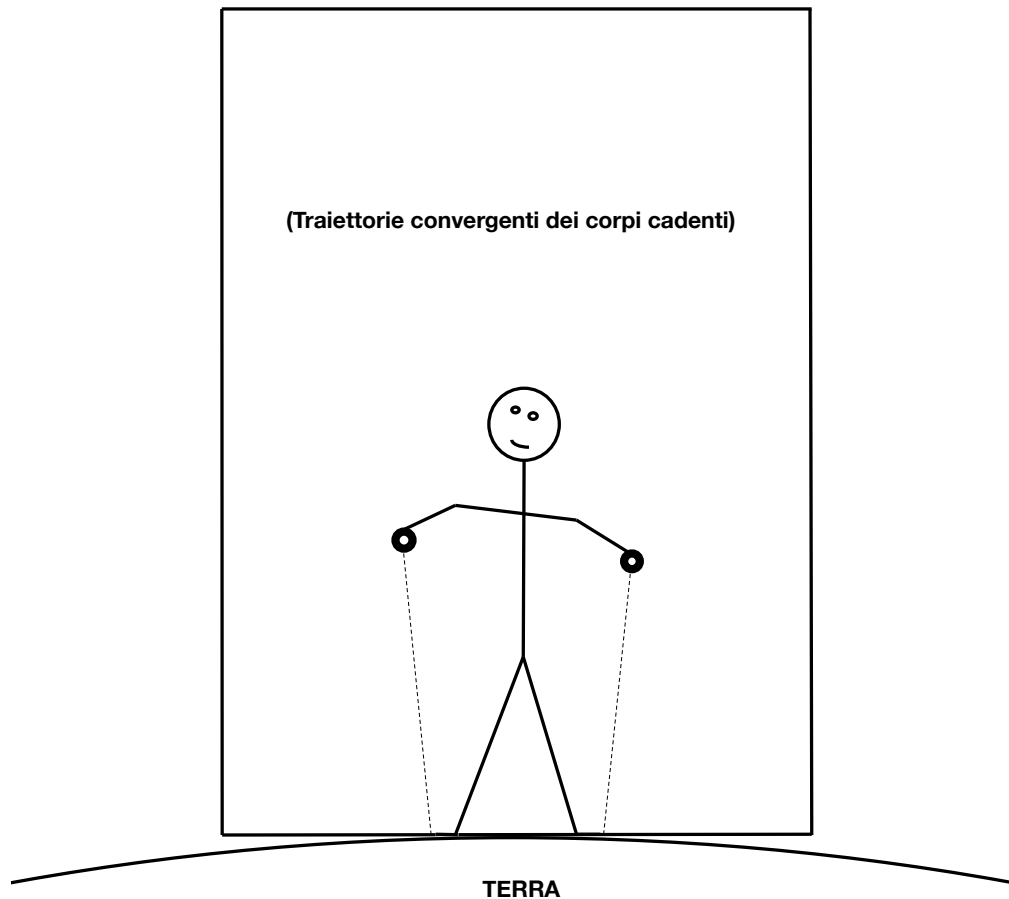
EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- EINSTEIN: Sì, in effetti lo è.
- SOCRATE: Il che è stato sostenuto alcuni anni fa da lei, non è vero? Riflettendoci, è *ancora* quello che sostiene?
- EINSTEIN: (*Alzando le sopracciglia con aria interrogativa*) È questa una domanda trabocchetto?
- SOCRATES: Non affatto. Voglio soltanto essere sicuro che quello che lei rivendicava allora, e tuttora sostenuto da lei, pure adesso.
- EINSTEIN: Sì, certamente lo è.
- SOCRATE: Quindi lei sostiene *ancora* che non c'è *assolutamente nessun modo* per l'uomo nel ascensore di controllare se lui – insieme con l'ascensore – viene accelerato verso l'alto ad una velocità che cresce a un tasso di 10 metri al secondo ogni secondo, o invece, se l'ascensore è fermo sulla terra? *Assolutamente nessun modo*?
- EINSTEIN: Infatti. Conosce *lei* un tal modo, Socrate?
- SOCRATE: E se dovessi dire di no: il che *proverebbe* il suo reclamo?
- EINSTEIN: (*Pensando a questo proposito*) Beh, no; vorrei affermare, tuttavia, non che non posso concepire un tale modo soltanto io, ma che *nessuno* può concepire un tal modo. Ma sicuramente, se né *io* né *lei* né *nessun altro* può concepire un modo di farlo, allora non c'è alcun tal modo ... non è vero?
- SOCRATE: Vero? Sicuramente di *no!* Perché può dimostrare il semplice fatto che nessuno ha *ancora* progettato un modo di fare qualcosa, che è *impossibile* farlo? Non c'è stato un periodo nella storia in cui nessuno poteva concepire un modo di fare il volo aeronautico? Eppure in questi giorni il volo aeronautico è all'ordine del giorno.
- EINSTEIN: *Touché*. Sì, ammetto che qualcuno potrebbe progettare un modo per farlo nel *futuro* ... e se lo fanno, allora dovrei rivedere la mia teoria. Ma finché nessuno ha *ancora* trovato un modo per farlo, posso dire con certezza che la mia teoria *non* sta ancora rovesciata!
- SOCRATE: Ah, sì: vero. Ma come *sa* che nessuno è ancora riuscito a trovare un tal modo?
- EINSTEIN: Devo ammettere che non lo so *per certo*, ma immagino che se qualcuno avesse trovato un tal modo, avrei ormai sentito parlarne.
- SOCRATE: Beh, succede che qualcuno *l'ha* trovato ... e lei *non* ha sentito parlarne. Stavo in videoconferenza proprio ieri con lui. Aveva una grande barba nera, e capelli neri lunghi e spaventosi, e la pelle scura: simile all'immagine tipica di un terrorista nei media americani, ma piuttosto pacifico lo stesso. Ho dimenticato il suo nome, però, quindi chiamiamolo «Barbanera» per il momento ... senza mancare di rispetto. «Barbanera» sostiene – e, credo, correttamente – che in un *vero* e *proprio* campo gravitazionale, le traiettorie dei corpi che cadono *convergerebbero* verso il centro di gravità del pianeta – o qualsiasi altra cosa – che li sta attirando; mentre nel suo ascensore, corpi in caduta cadrebbero in traiettorie che sono perfettamente *parallele*. E sostiene che con strumenti adeguatamente sensibili, queste differenze potrebbero essere individuate, anche se ammette che forse l'umanità non possiede strumenti di tale sensibilità al nostro *attuale* stadio della tecnologia. Si può illustrare ciò così, esagerando un po' per rilevare l'effetto di convergenza delle traiettorie (*disegna nella sabbia un quadro greggio simile a quello qui sotto*):

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»



SOCRATE: *(Continuando)* Inoltre, «Barbanera» sostiene – e, credo, ancora una volta correttamente – che la forza di attrazione esercitata sui gravi in un *vero e proprio* campo gravitazionale non è *costante*, ma diventa *progressivamente più forte* come i gravi si avvicinano al centro di gravità del pianeta (o altro corpo) che li attira – in altre parole, che c'è un *gradiente* di forza gravitazionale; mentre nel suo ascensore, questa forza è sempre *costante*: in altre parole, *non* presenta alcun gradiente. E ancora, lui sostiene – e ancora una volta, credo che abbia piena ragione – che con strumenti sufficientemente precisi, questo gradiente, o la sua assenza, potrebbe essere rilevato. In aggiunta a ciò, lui sostiene che un *vero* campo gravitazionale possiede un *centro* di gravità, e come risultato, una traiettoria e velocità *orbitale*; mentre chiaramente non ci può essere nulla di simile – né un centro di gravità né una velocità orbitale – quando stiamo parlando del suo ascensore. Così «Barbanera» sostiene che un campo gravitazionale *reale*, ossia un *vero e proprio* campo gravitazionale, è *ontologicamente* diverso da un campo *pseudo*-gravitazionale o *simulato*, come quello nel suo ascensore ... e, per di più, diverso anche da un campo di «gravità artificiale» creato in una stazione spaziale del tipo progettato dal nostro comune amico Arthur C. Clarke, e ritratto con grande effetto dal suo amico Stanley Kubrik nel film *2001: Odissea nello spazio*. Ora la mia domanda è questa: lei è *d'accordo* con le valutazioni di Barbanera? In altre parole, lei è *d'accordo* che il suo ipotetico «uomo nel ascensore» *potrebbe* determinare, eseguendo sperimenti condotti *interamente dentro l'ascensore*, e senza essere in grado di guardar fuori, se l'ascensore sta fermo sulla terra, o sta invece accelerando verso l'alto da una forza sconosciuta a lui, aumentando così la sua velocità a un tasso di 10 metri al secondo ogni secondo?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- EINSTEIN: Ah. (*Fa una pausa, pensando profondamente*). Sono d'accordo, sì. Confesso che non avevo considerato tutto questo. Ma sicuramente è *irrilevante*? Se abbiamo un pianeta *abbastanza grande* che può attirare degli oggetti con la forza di un «g», le linee della forza gravitazionale che circonda quel pianeta tenderebbero a diventare sempre più parallele, e il gradiente della forza gravitazionale tenderebbe a diventare sempre meno pronunciato, e così via – sì? Sicuramente si accetta che se il pianeta fosse *abbastanza grande*, le differenze non potrebbero essere *misurate* con qualsiasi strumento che potremmo escogitare?
- SOCRATE: Ma sicuramente si ammette che pure sulla *terra stessa*, la convergenza delle linee di forza, e il gradiente del campo gravitazionale, non potrebbero essere misurati con strumenti tuttora disponibili? Almeno se ci limitiamo alle dimensioni di un ascensore tipico, o anche se dovessimo immaginare il più grande ascensore mai costruito? Questo è ciò che ha affermato «Barbanera», bisogna ricordare. Ma *in linea di principio* questi fenomeni – il gradiente della forza gravitazionale, le traiettorie convergenti di caduta dei gravi, un centro di gravità, una velocità e traiettoria orbitale, *ecc* – esisterebbero su *qualsiasi* pianeta, non importa quanto sia grande, no? Mentre *in linea di principio* non esisterebbero in qualsiasi *ascensore* come il suo ... non è vero? Oppure sta dicendo lei che *in linea di principio* le traiettorie dei corpi in caduta sulla superficie di un pianeta davvero enorme, esercitando una forza gravitazionale di un «g», diventerebbero in *realtà* parallele, e che *non* sarebbe un tale pianeta in possesso di un centro di gravità o una velocità orbitale, *ecc, ecc*? ... Sicuramente di no!
- EINSTEIN: Beh, che ne dice se proponessimo un pianeta *infinitamente* grande? In linea di principio queste cose non esisterebbero *là*, giusto?
- SOCRATE: Ma *esiste* un tale pianeta affatto?
- EINSTEIN: Non che lo sappia io, no; ma se stessimo parlando *in linea di principio solo*, e non facessimo alcuna misurazione effettiva, allora perché non potessimo *immaginare* un tale pianeta per il nostro esperimento mentale? Dopo tutto, è solo un esperimento *mentale*, non è vero?
- SOCRATE: Non direi che è «solo» un esperimento mentale, professor Einstein. Non intende lei di applicarlo al Universo *conosciuto*: al Universo *fisico*? O lei intende di applicarlo solo a un «universo» ipotetico – un Universo *non fisico*, e quindi *inesistente*?
- EINSTEIN: Beh, credo che sia ampiamente evidente da tutto ciò che ho detto e scritto che io intendo di applicare la mia teoria al Universo *fisico* – quello che *conosciamo*.
- SOCRATE: Affatto. Dopo tutto, il suo esperimento mentale è destinato a contribuire alla formulazione di una teoria della *fisica*, sì? E la «fisica» è di sicuro qualcosa che si applica al Universo *fiscale*, l'Universo *conosciuto da noi*: non è vero? Ma allora, sicuramente si potrebbe ammettere che un esperimento mentale che *richiede* per la sua validità un pianeta di dimensioni *infinite* – un pianeta che *non può mai esistere* nell'Universo fisico e conosciuto – un tale esperimento mentale *non può applicarsi* al Universo *conosciuto*, ossia *fisico* ... ?
- EINSTEIN: Va bene, lo ammetto; dimentichiamo i pianeti di dimensioni infinite. Ma le differenze tra le traiettorie convergenti di gravi che cadano su pianeti e traiettorie assolutamente parallele all'interno del nostro ascensore sono talmente *piccole* che *quasi non contano* ai fini del nostro esperimento mentale. E lo stesso vale per tutte le altre differenze che «Barbanera» ha accennato.
- SOCRATE: Ma non stava cercando di dimostrare, con questo esperimento mentale, che la forza gravitazionale è esattamente *equivalente* alla forza impressa su un corpo in un ascensore in accelerazione ad un tasso di un «g»? Non lo si chiama – citando le sue stesse parole – «... la legge della *uguaglianza* della massa inerziale e gravitazionale»?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- EINSTEIN: Sì, infatti. C'è un'uguaglianza stretta tra la gravità e l'inerzia.
- SOCRATE: In tal caso, non è errato – in quanto tra una *vera* forza gravitazionale, da un lato, e l'effetto *pseudo*-gravitazionale derivante dall'inerzia, d'altra parte, c'è solo una *somiglianza* molto, molto forte, ma ambedue non sono *esattamente e strettamente equivalenti*?
- EINSTEIN: Non sono *equivalenti*, se si vuol usare il termine «equivalente» in modo *rigoroso*; lo ammetto. Ma sono abbastanza *vicini*, l'uno all'altro – non lo ammetterebbe? – dato che le differenze tra loro sono *minuscoli*? Soprattutto se immaginassimo che l'ascensore nello spazio profondo sia davvero, *davvero piccolo* rispetto al pianeta su cui potrebbe essere altrimenti, in alternativa, stazionario. Infatti, se considerassimo un ascensore *infinitesimamente* piccolo, si otterrebbe una *effettiva equivalenza* tra la gravità e l'inerzia: non è vero?
- SOCRATE: Ma *esiste* un ascensore infinitesimamente piccolo nell'Universo *fisico*, nell'Universo *conosciuto*? Anche in questo caso, sicuramente non si può negare che il suo esperimento mentale si deve applicare al Universo *conosciuto*, e non ad un «universo» del tutto ipotetico e immaginario – uno *inesistente*.
- EINSTEIN: Beh, un infinitesimamente piccolo *ascensore*, no, una cosa del genere non esiste; ma di certo lei ammetterebbe che esistono *entità* infinitesimamente piccole nell'Universo nostro. Come quella che lei stesso ha citato in precedenza: vale a dire, *il centro di gravità* di un pianeta. Questo «centro di gravità» è un *punto geometrico* nello spazio, non è vero? Non è un *volume*? Sicuramente esistono *centri di gravità* nell'Universo fisico?
- SOCRATE: Ma non sono tali cose in realtà *astrazioni* piuttosto che entità *fisiche* – ossia entità *reali*?
- EINSTEIN: Beh, direi che *sono* infatti entità fisiche e reali, almeno in un *certo* senso – perché se non lo fossero, non potrebbero esistere in una *descrizione* dell'Universo fisico!
- SOCRATE: Va bene, anche se concedessimo uno status ontologicamente reale per tale entità, avremmo ancora un *volume* infinitesimamente piccolo – vale a dire, il volume di spazio all'interno del suo ascensore – all'interno del quale ci sarebbero oggetti *anche più piccoli*, come ad esempio il suo uomo – o per meglio dire, il suo *omuncolo*, come lo potrei chiamare adesso – e gli oggetti e strumenti con lui: non è vero? Ora devo chiedere: come può contenere un volume *infinitesimamente* piccolo, dei oggetti *ancora più piccoli* all'interno di esso: uno dei quali essendo una persona vivente? Può *esistere* una tale combinazione di cose in un Universo veramente *fisico*, e non puramente in un «universo» immaginario ma inesistente?
- EINSTEIN: Come uno dei miei colleghi del «Istituto per gli studi avanzati» di Princeton ha accennato una volta: «Sono tali le proprietà di entità infinitesimamente piccole, anche se potrebbero sembrare stranissime!»
- SOCRATE: Ma esiste pure uno *straccio* di evidenza, anche se non parliamo di *prova* o *dimostrazione*, che tali cose – non solo *entità* infinitesimamente piccole come un centro di gravità, ma *volumi* infinitesimamente piccoli all'interno dei quali ci sono *oggetti fisici* anche più piccoli – che tali cose *esistono* in realtà nell'Universo conosciuto, nell'Universo *fisico*? Se sì, dove potrei trovare tali evidenze o prove? Lei lo sa?
- EINSTEIN: Confesso che no; ma non mi aveva segnalato lei stesso in precedenza che solo perché né io né lei né nessun altro può immaginare all'esistenza di qualcosa, non significa che *non può* esistere?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Ora devo dire io «*Touché*»! Ma che succederebbe se ci fosse una *fallacia logica* nel postulare una tale entità? Se trovassimo un difetto *logico* – come una contraddizione – derivante la postulazione dell'esistenza di tali entità, allora ammetterebbe che *non* potrebbero esistere?
- EINSTEIN: Certo; ma in tal caso, devo chiedere se lei *può* infatti trovare un difetto logico nel postulando entità infinitesimali come abbiamo descritti in precedenza?
- SOCRATE: Forse potrei. Ma avanti di farlo, potrei domandare se sarebbe disposto a *cambiare le sue idee* se potessi dimostrare un difetto logico nel suo ragionamento?
- EINSTEIN: Scusi?
- SOCRATE: Quello che voglio dire è, vorrebbe *aderire* alla sua teoria *a tutti i costi*, o sarebbe disposto ad *abbandonarla* se potessi dimostrare un *difetto* in essa?
- EINSTEIN: Aderirei alla mia teoria fino al mio ultimo respiro! – Oh, aspetta: sono già morto; allora ... no, non fino al mio ultimo respiro: quello treno è già partito. Ma davvero difenderei la mia teoria tanto vigorosamente quanto mi sarà possibile.
- SOCRATE: Aspetterei niente di meno. Ma spero che sarebbe disposto ad *abbandonare* la sua teoria se fosse dimostrata che *non può essere vera* ... o no?
- EINSTEIN: Più enfaticamente *non* sarei disposto ad abbandonare la mia teoria! È il lavoro della mia vita, si capisce ...
- SOCRATE: Allora non vorrebbe ammettere che la sua teoria non è meglio di dogma? Che non è una teoria della *scienza* a tutti, ma un reclamo che si accoglie per vero – o per giusto – *senza* esame critico o discussione?
- EINSTEIN: (*Pensando*) D'accordo, ammetto che abbia ragione. Va bene; devo essere disposto ad abbandonare la mia teoria, se viene dimostrata falsa. Se viene smentita. Accenniamo: *Se*.
- SOCRATE: Beh, certo: *se*. E sarebbe disposto a giurare solennemente a tutto questo?
- EINSTEIN: Siamo in tribunale? (*Sorridendo*).
- SOCRATE: No, no; certo di no. Ma sicuramente sarebbe inutile continuare la nostra discussione a meno che non siamo noi ambedue disposti di *rispettare la verità* ... o non è d'accordo su questo?
- EINSTEIN: Sono *completamente* d'accordo. Ma ogni prova che la mia teoria è falsa dev'essere molto, *molto robusta e indubitabile!*
- SOCRATE: Senz'altro. Ma allora, giuriamo insieme che in tutto questo dibattito, ci *aderiremo alla verità* quant'è possibile – sì? O, come il mio buon amico indiano Mohandas Gandhi dice, che saremo quelli che lui chiama i «*satyāgrahi*», o «aderenti rigorosi alla verità»? Naturalmente nessuno di noi è perfetto, quindi non oso dire «aderiremo alla verità, *tutta* la verità e *nient'altro* che la verità», ma solo «adiremo alla verità». Quanto possiamo. E saremo *onesti* per quanto riguarda facendo il nostro meglio di far ciò.
- EINSTEIN: Sì, infatti: sarei lietissimo di mettermi d'accordo con tutto ciò. Penso molto bene anch'io di Gandhi. Infatti, ritengo che sia una persona davvero straordinaria. Non potevo credere ai miei occhi quando ho letto sulla sua vita. Molto notevole. Credo che le sue idee politiche erano i più illuminati di tutti gli uomini politici del ventesimo secolo.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Lo credo anch'io. Ebbene, stringiamo le mani su nostro accordo, allora? Che *aderiremo alla verità* al meglio delle nostre capacità, e saremo disposti a *cambiare le nostre idee* se vengono effettivamente smentite? Giuriamo solennemente?
- EINSTEIN: Sì, giuriamo. (*Si stringono le mani su di esso*). Ho detto una volta che'è più facile spezzare un atomo che un pregiudizio ... ma *bisogna* spezzare ogni pregiudizio! Sì, giuriamo.
- SOCRATE: E tornando alle quantità infinitesimali, che stavamo discutendo in precedenza.
- EINSTEIN: Mi faccia ricordare, per favore ... ?
- SOCRATE: Avevo chiesto, che succederebbe se ci fosse una *fallacia logica* nel postulare una «entità infinitesimale»? Se potessimo rilevare un *difetto logico* – come ad esempio, una *contraddizione* – derivante da postulare l'esistenza di tali entità, allora ammetterebbe che *non* possono esistere?
- EINSTEIN: Sì, adesso mi ricordo. Sì, riprendiamo la nostra discussione partendo da questo punto.
- SOCRATE: Benissimo. Allora, in tal caso, lei è d'accordo con me che la definizione di una «quantità infinitesimale» è «una quantità che, pur non coincidente con lo zero, è in un certo senso più piccola di qualsiasi quantità finita»?
- EINSTEIN: (*Pensando un po'*) Sì, posso capire come *questa* definizione di «infinitesimale» potrebbe condurre ad una contraddizione – secondo questa definizione, gli oggetti in un ascensore infinitesimamente piccolo non potrebbero essere *più* piccoli dal ascensore stesso, e quindi non potrebbero adattarsi all'interno del ascensore – ma questa è una *vecchia* definizione di «infinitesimale». La definizione più moderna dipende dal concetto di *limite*.
- SOCRATE: E che cos'è questa, allora?
- EINSTEIN: Una definizione che posso citare senza consultare i libri è la seguente: «Una funzione o una variabile che si avvicina continuamente a zero come limite».
- SOCRATE: (*Pensando*). Beh, non sarebbe applicabile questa definizione a *qualsiasi* variabile? Ad esempio, nel contesto del nostro sperimento mentale modificato, non soddisferebbe una tale definizione *alcun* ascensore in contrazione continuo – uno che si restringe, diciamo, a metà della sua dimensione ogni minuto: non importa *quanto* grande sia l'ascensore? Anche se l'ascensore fosse – diciamo – grande quanto l'intero Colosseo, purché sia continuamente restringendo a metà della sua dimensione ogni minuto, sotto una tale definizione sarebbe classificato come «infinitamente piccolo», no? Non importa quanto sia grande, fintanto che stia continuamente riducendo a metà della sua dimensione ogni minuto, sarebbe «avvicinando continuamente a zero come limite», no?
- EINSTEIN: Beh, sì; ma questo è quasi frode. Non è così che dovremmo interpretare questa definizione.
- SOCRATE: Allora esattamente *come* dovremmo interpretarla?
- EINSTEIN: L'oggetto «infinitamente piccolo» è l'oggetto che *raggiunge* effettivamente il limite.
- SOCRATE: Ma il limite è pari a zero, non è vero?
- EINSTEIN: Certo. È precisamente quel che ho detto!

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Ma allora, un oggetto «infinitamente piccolo» dovrebbe essere di dimensioni *pari a zero*, no? E quindi sarebbe *cessato di esistere* del tutto, al limite ...? È un oggetto «infinitamente piccolo», quindi, un oggetto che *non esiste affatto*? È questo che vuol dire lei?
- EINSTEIN: No, scusi; sbagliavo. Un oggetto «infinitamente piccolo» è un oggetto che *si ferma le sue contrazioni* appena prima di effettivamente raggiungere il limite – il che, come ha detto correttamente, è pari a zero.
- SOCRATE: Ma appena prima di *quanto*?
- EINSTEIN: Come ho detto, *appena*.
- SOCRATE: E che cosa significa «appena»?
- EINSTEIN: Diciamo, da una quantità infinitesimale.
- SOCRATE: Beh, quest'affermazione renderebbe la sua definizione di «infinitamente piccolo» del tutto *circolare*, no?
- EINSTEIN: Va bene: ha ragione. Diciamo, invece, da una *piccola* quantità, ma non da una quantità *infinitesimamente* piccola.
- SOCRATE: Allora non sarebbe possibile per l'oggetto «infinitesimamente piccolo» di ridursi *ancora* di più, e quindi avvicinarsi *ancora* più al limite? E se è così, *non* sarebbe infinitesimamente piccolo affatto: vero?
- EINSTEIN: Ah, vedo il problema. (*Pensando*). Beh, credo che dovremmo interpretare la definizione di significare un po' come la frase seguente: «Cominciamo con qualcosa che è già molto, molto piccolo, e poi immaginiamo che si riduce a metà della sua grandezza ogni minuto, con zero essendo il limite.»
- SOCRATE: Ebbene, che cosa *esattamente* vorrebbe dire la frase «qualcosa che è già molto, molto piccolo», in tal caso?
- EINSTEIN: Diciamo, «qualcosa incommensurabilmente piccolo».
- SOCRATE: Quando dice «incommensurabilmente», vuole dire incapace di essere misurato dalla tecnologia *attuale*, o incapace di *mai* esser misurato? Perché se dice «incapace di essere misurato dalla tecnologia attuale», vorrebbe ammettere che la definizione di «infinitesimamente piccolo» potrebbe *cambiarsi* nel corso del tempo, con la tecnologia avanzante – no? E quindi rovescerebbe il suo sperimento mentale il momento in cui qualcuno scopre un modo di misurarlo, no? È *questo* che lei intende?
- EINSTEIN: Lei sottilizza qui, Socrate!
- SOCRATE: Ma non è la «sottilizzazione» un *requisito* del suo ragionamento in questo proposito, dato che stiamo considerando entità molto, *molto* piccoli – anzi, *infinitesimamente* piccoli, per la sua stessa insistenza un po' prima? Non aveva lei stesso ammesso che un'equivalenza *esatta* tra la gravità e l'inerzia può esistere solo per un ascensore *infinitesimamente* piccolo?
- EINSTEIN: (*Malvolentieri*) Sì, lo ammetto. Non ho alcuna confutazione al suo argomento in questo momento, ma se mi permette un po' di tempo, forse potrei essere in grado di intuirne una in futuro. Ma *al momento* devo ammettere – a malincuore – la necessità e la validità di sottilizzare quando dibattiamo su entità infinitesimi e incommensurabili.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Allora, qual è la sua risposta? Quando si dice «incommensurabilmente», vuol dire una grandezza incapace di essere misurata dalla tecnologia *attuale*, o incapace di *mai* essere misurata?
- EINSTEIN: L'ultima.
- SOCRATE: Se è così, allora ha mai considerato *come* gli oggetti vengono misurati, in particolare in riguardo ai loro *dimensioni*?
- EINSTEIN: (*Alza le sopracciglia con aria interrogativa*)???
- SOCRATE: Misuriamo le dimensioni di oggetti confrontandole alle dimensioni di *altri* oggetti, no? Per esempio, si misura la dimensione di una stanza confrontandola con le dimensioni di un righello o un nastro di misura, o qualcosa del genere – vero?
- EINSTEIN: Sì, ma questo non è *l'unico* modo di misurare le dimensioni di qualcosa. Si può misurarle, diciamo, brillando la luce da un'estremità del oggetto che si cerca di misurare, e misurando quanto *tempo* la luce impiega per raggiungere l'altra estremità. Sappiamo la *velocità* della luce, e in tal modo possiamo *calcolare* le dimensioni dell'oggetto che cerchiamo di misurare.
- SOCRATE: Ma per *determinare la velocità della luce stessa*, in prima istanza, dobbiamo misurare *fisicamente* la distanza effettiva percorsa dalla luce in un dato intervallo di tempo, con un righello o asta o nastro o qualcosa *fisico* del genere – no?
- EINSTEIN: (*Malvolentieri*) Sì.
- SOCRATE: E sicuramente non possiamo farlo *usando* la velocità della luce nei nostri calcoli, perché un tal processo sarebbe uguale a cercando di *misurare* la velocità della luce *assumendo* un valore per la velocità della luce – un valore *non supportato* dalla misura: non è così?
- EINSTEIN: (*Rallegrandosi*) No, *non* è vero. In questi giorni moderni, sappiamo che la velocità della luce è *costante*, quindi possiamo usare quella *costante* in tutti i nostri calcoli!
- SOCRATE: Ma come *facciamo a sapere* che la velocità della luce è costante, e come facciamo a sapere che il *valore* di questa costante è un-certo-numero-di-metri al secondo, qualunque sia questo numero? Non viene misurata la velocità *stessa* della luce, misurando *all'inizio* una certa distanza con un oggetto *fisico* – vale a dire, *senza* utilizzare la velocità della luce nei calcoli?
- EINSTEIN: *No*, Socrate: no. Possiamo *definire* l'unità di distanza specificandola come una certa frazione del secondo luce – cioè, la distanza che la luce traversa nel vuoto in un secondo. Per esempio, il «metro» è definito al giorno d'oggi come una certa frazione di un secondo luce. Quindi, infatti, usiamo il *tempo* per misurare le distanze, anche se sembra bizzarro farlo.
- SOCRATE: (*Pensando a lungo*). Può darsi, professore; può darsi. Comunque, non cambierebbe il mio controargomento: neppure minimamente. Se l'ascensore fosse troppo piccolo per essere misurato, implicherebbe questo fatto – no? – che non ci può essere nulla *nell'intero Universo più piccolo del ascensore*, rispetto alla quale le sue dimensioni potrebbero essere misurate? Che nessun oggetto che possa misurarlo *esiste affatto*? Perché, se un oggetto più piccolo del ascensore *esistesse*, allora *potrebbe* misurare l'ascensore, no? Proprio come un'asta che è essa stessa un centimetro di lunghezza, anche se non è suddivisa in unità più piccole, potrebbe misurare oggetti più grandi di un solo centimetro, o almeno più di due centimetri – no? Ad esempio, se ci fosse un oggetto più lungo di due centimetri ma più breve di tre, potrebbe essere detto con certezza, con l'aiuto di un'asta di un centimetro in lunghezza – un'asta che *non* è suddivisa in unità più piccole – che l'oggetto che si misura è più lungo di

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

due centimetri, ma più breve di tre, anche se non saremmo in grado di distinguere la *differenza esatta* nella sua lunghezza tra due centimetri e tre ... non è vero?

EINSTEIN: (*Pensando*). Sì, credo che abbia ragione, Socrate; in ogni caso, *io* non riesco a intuire un controargomento al questo punto. Ma se mi permette, forse dopo un pochino di tempo ...

SOCRATE: Ma tuttavia, come stanno le cose *allo stato attuale* in ogni caso, non finisce tutto ciò in una contraddizione?

EINSTEIN: Che cosa finisce in una contraddizione?

SOCRATE: La sua tesi che un ascensore infinitesimamente piccolo – che ora ha definito come un «ascensore incommensurabilmente piccolo» – potrebbe contenere degli oggetti che sono *ancora più piccoli di se stesso*? Se l'ascensore è infatti *incommensurabilmente* piccolo, implica che non c'è *niente di più piccolo di se stesso*, no? Perché se una cosa del genere esistesse, l'ascensore *non sarebbe* incommensurabilmente piccolo – vero?

EINSTEIN: (*Sta pensando*). Ha ragione qui, Socrate, ha ragione. Ma in questo caso, cambiamo la definizione di «infinitesimamente piccolo»: chiamiamolo «qualcosa di molto, molto piccolo», *senza* specificare se possa essere misurato o no.

SOCRATE: Non è questa definizione un po' vaga e imprecisa?

EINSTEIN: È una definizione tanto precisa quanto vorrei enunciare – almeno adesso.

SOCRATE: Va bene, allora: accettiamo questa nuova definizione, anche se è un po' vaga, a mio parere. Ma anche se la accettiamo, com'è possibile dimostrare che la definizione di «qualcosa di molto, molto piccolo» si *adatta* al significato di «*infinitesimamente* piccolo» quando quest'ultimo termine è definito come «una variabile avvicinandosi continuamente a zero come limite»? O in altre parole, non vorrebbe ammettere che la definizione diventa *ambigua*, poiché può essere utilizzata per definire un *grande numero* di piccole dimensioni, ciascuna diversa dall'altra, piuttosto che una singola piccola dimensione?

EINSTEIN: Sì – ma allora? Perché no?

SOCRATE: Ma non ammette lei che *l'introduzione di ambiguità* in un argomento razionale – o logico – è un *errore*, ossia una *fallacia*, perché permette di trarre conclusioni *errate* da un argomento *apparentemente* corretto? Non è, infatti, uno degli errori più comuni nel ragionamento?

EINSTEIN: Sì, sono d'accordo che l'ambiguità è da evitare in ogni argomento logico o razionale; ma nel caso attuale, non ritengo questa ambiguità di essere molto *rilevante*.

SOCRATE: Lei ammette, per lo meno, anche se non stiamo parlando dell'esistenza *provata* o *dimostrata* di volumi «infinitesimamente piccoli», che *l'equivalenza esatta* tra la *vera* forza gravitazionale e la forza *pseudo*-gravitazionale derivante dall'inerzia *non* esiste: non *realmente*? Che, in altre parole, nei volumi «molto, molto piccoli» – come li ha descritti – *non c'è un'equivalenza esatta* tra la vera forza gravitazionale e la forza pseudo-gravitazionale che salta fuori dall'inerzia, ma invece c'è soltanto una *somiglianza molto, molto forte* tra le due?

EINSTEIN: Sì, ma io rivendico che la differenza è così piccola che *non importa* – che non è, come ho detto, *rilevante*.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Ebbene: sono disposto ad accettare quel che dice come argomento provvisorio. Ma allora lei ha intenzione di implicare che il suo sperimento mentale si applica solo ai volumi che, in parole sue, sono «molto, molto piccoli», mentre per i volumi che *non* lo sono, *non* si applica?
- EINSTEIN: No: si applica anche ai volumi più grandi!
- SOCRATE: Con quale *giustificazione* può mantenerlo, dato che ha ammesso che pure in un volume che è «molto piccolo», *non c'è un'equivalenza esatta* tra la gravità reale e la forza inerziale di pseudo-gravitazione, ma solo una *somiglianza molto forte* ... anche se non è *rilevante* questo fatto?
- EINSTEIN: Lo giustifico presentando un'analogia. Proprio come un cerchio può essere costituito da una moltitudine di rette molto, *molto* brevi, ma che, quando viste da lontano, appaiono come una curva uniforme, così un grande volume può essere costituito da una moltitudine di volumi molto, molto piccoli, ciascuno dei quali rappresentando una equivalenza *quasi* esatta tra la forza inerziale e la forza gravitazionale.
- SOCRATE: Ma non è cruciale qui il termine «quasi»? Quando lei dice che i piccoli volumi forniscono un'equivalenza *quasi* esatta tra la *vera* gravità e la *pseudo*-gravità inerziale, non è vero che sta insinuando che essi *non* forniscono una equivalenza *esatta* ... e, quindi, che c'è una *differenza* tra un volume in possesso di un'equivalenza *quasi esatta* e uno in possesso di una equivalenza *effettivamente esatta* tra la gravità reale e la pseudo-gravità inerziale ... anche se la differenza è molto, molto piccola?
- EINSTEIN: Sì, ha ragione, Socrate; ma io sostengo che *non importa*, poiché la differenza è *troppo piccola* per essere *rilevante*.
- SOCRATE: Questo può essere vero per quanto riguarda un tal volume *singolo*; ma quando si parla di una *moltitudine* di tali volumi, non *si aggiungerebbero* tutte queste piccole differenze? E tanto più grand'è il numero di tali volumi, le piccole differenze si aggiungerebbero tanto di più, no? Proprio come nel caso del «cerchio»: l'angolo tra ogni due rette adiacenti che compongono questo «cerchio» è *leggermente* diverso da 180° – vale a dire, da due angoli retti – il che farebbero apparire qualsiasi *due* tali rette contigue *quasi* come una singola retta; ma poiché ci sono *molte* tali rette, la comparsa di *tutti* da una distanza che è di una *curva* distinta?
- EINSTEIN: (*Pensando a questo proposito*) Sì, posso vedere come le piccole – anzi, minuscole – differenze potrebbero aggiungersi alla fine – un po' come nel calcolo differenziale.
- SOCRATE: *Come?!?* Non ho la più *pallida* idea di che cosa sta parlando. In nome del cielo che cos'è il «calcolo differenziale»?
- EINSTEIN: Non importa. Non farò più menzione della matematica. Tutto quello che volevo dire è, sono d'accordo con lei.
- SOCRATE: Oh. Va bene allora! (*Il cinque!*)
- EINSTEIN: (*Il cinque*).
- SOCRATE: Perché il cipiglio?
- EINSTEIN: Ancora mi chiedo se non ci sia un modo di salvare il mio «principio di equivalenza».

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

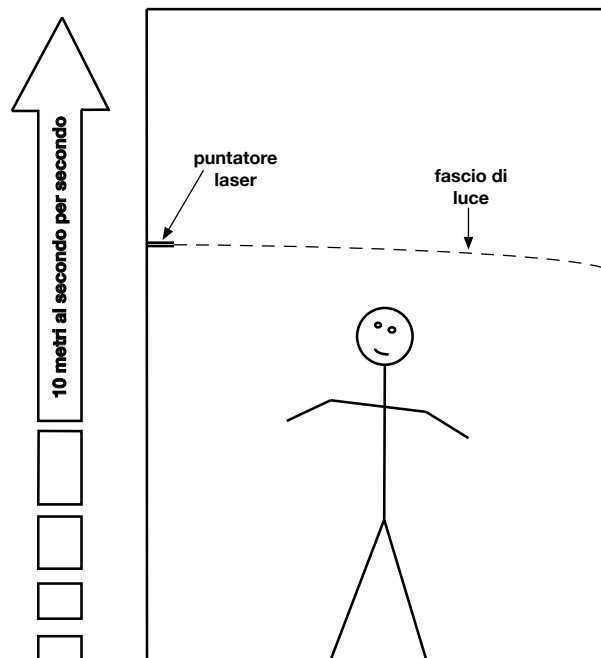
A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Forse ci può essere un tal modo; ma anche se sì, ho alcuni dubbi a proposito della presunta validità del suo *intero* esperimento mentale. Non è stato progettato il suo esperimento per dimostrare che lo spazio stesso può essere «piegato» o «curvo»?
- EINSTEIN: Sì, è vero.
- SOCRATE: E tanto per chiarire: presumo che si intende, per il termine «spazio piegato» o «spazio curvo», che eventuali *linee* che sono assolutamente *diritte* nello stesso spazio quando *non* è piegato o curvo, *diventerebbero* piegate, o curve, quando lo spazio diventa piegato o curvo?
- EINSTEIN: (*Pensando profondamente*) Sì, credo di sì. *Ehm*. Sì. Non ci avevo riflesso, ma sì, credo che sia giusto. Altrimenti non ci sarebbe alcun *sensu* parlare di uno spazio piegato o curvo.
- SOCRATE: Quindi vediamo come si fa a stabilire con certezza che uno spazio *può* piegarsi – ossia diventare curvo – a causa di accelerazione. A proposito, io personalmente penso che «curvo» è un termine migliore di «piegato», perché non stiamo parlando di una piega *angolare* come in un gomito o un ginocchio, ma una curva *liscia* come in un fiume o una strada. Ma per la nostra discussione, non mi importa se usiamo i termini «curvo» e «piegato» in modo intercambiabile. Non avremo problemi con la terminologia finché entrambi capiamo chiaramente che cosa significano i termini.
- EINSTEIN: Sì, va bene. Va bene. Quindi, mi permetta di spiegare in modo più dettagliato il mio esperimento mentale ...
- SOCRATE: No, permetta a *me*. Vorrei tentare di spiegarlo in parole *mie*, in modo che potrebbe giudicare se l'ho capito bene, prima che comunico i miei problemi con esso.
- EINSTEIN: Buona idea.
- SOCRATE: (*Comandando i suoi pensieri*). Vediamo. Immaginiamo che abbiamo una «scatola» grande, o una stanza, come per esempio un ascensore, nello spazio vuoto, lontano da qualsiasi campo gravitazionale rilevabile. Questo ascensore viene accelerato verso l'alto ad una velocità crescente – con quali mezzi, non specifichiamo, e consideriamo irrilevante per i nostri scopi. La velocità dell'ascensore viene aumentata di 10 metri al secondo con ogni secondo che passa – proprio come sarebbe il caso se l'ascensore fosse in caduta libera verso la terra in uno spazio vuoto di aria, ma nella direzione opposta. (Quest'è l'«accelerazione di gravità» sulla superficie terrestre: ma in cifre *approssimative*, non assolutamente *precise*. Capisco che la cifra più precisa è 9,80665 metri al secondo ogni secondo, ma non abbiamo bisogno di una precisione così estrema per i nostri scopi, giusto?) Immaginiamo che c'è un uomo nel ascensore. C'è inoltre un puntatore laser collegato a una delle pareti del ascensore, che punta *perfettamente orizzontalmente* un raggio di luce sulla parete opposta – sicché se l'ascensore *non* fosse accelerato, la luce colpirebbe la parete opposta alla stessa *esatta* altezza sopra il pavimento del ascensore dov'è fissato sull'altra parete il puntatore laser. Si assume che il pavimento dell'ascensore è *perfettamente* orizzontale e tutte le sue pareti sono *perfettamente* verticali; o in altre parole, l'accelerazione impartita al ascensore è *esattamente* nella direzione di tutte le pareti, e il pavimento è *esattamente* perpendicolare a tutte le pareti. (Anche in questo caso, non specifichiamo *come* si raggiunge questa precisione assoluta, e consideriamolo irrilevante). Come ho descritto il suo esperimento-pensiero finora?
- EINSTEIN: Benissimo. Eccetto che nel mio esperimento mentale originale, non ho parlato di un «puntatore laser», in quanto i puntatori laser non furono inventati durante i miei giorni sulla terra. Invece ho parlato di un piccolo foro in una delle pareti dell'ascensore, attraverso la quale un fascio di luce parallelo al pavimento dell'ascensore sarebbe introdotto. Ma un puntatore laser farebbe la stessa cosa. Per piacere, avanti.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

SOCRATE: Allora. Quando l'ascensore viene accelerato e il puntatore laser acceso, ci chiediamo: a che posizione *esatta* risplenderebbe la luce del laser sulla parete opposta? (Stiamo parlando di esattezze di gran lunga inferiore allo spessore di un capello, ovviamente; ma, come abbiamo concordato in precedenza, «sottilizzare» è una procedura piuttosto *valida* in suo sperimento mentale). Ora, *lei* sostiene che la luce risplenderebbe un po' *al di sotto* del punto in cui brillava sulla parete opposta quando l'ascensore *non* stava accelerata. E la *ragione* si presenta è, che la luce richiede un *po' di tempo* per attraversare dal puntatore laser – che è saldamente fissato ad una delle pareti – alla parete opposta; e in quel breve periodo di tempo, l'ascensore viene *accelerato verso l'alto*, causando così il fascio di luce di colpire la parete opposta un pochino *sotto* della posizione dove brillava quando l'ascensore *non* stava accelerato. Infatti, se l'ascensore fosse dotato di una piccola quantità di fumo, in modo da rivelare la traiettoria del fascio luminoso, al uomo nel ascensore il fascio di luce apparirebbe leggermente *piegato*, a causa del fatto che *un'accelerazione* sarebbe impartita all'ascensore durante il breve periodo di tempo che la luce impiega per transitare da una parete alla parete opposta. È vero che l'effetto in qualsiasi ascensore di dimensioni normali sarebbe troppo piccolo per essere *visibile*, ma in *teoria*, dati strumenti sufficientemente precisi, l'effetto potrebbe essere rivelato. Per chiarire che capisco bene il suo ragionamento, sto facendo un disegno grezzo del suo ascensore qui, esagerando l'effetto della curvatura della luce solo per illustrazione. (*Disegna nella sabbia con un bastone*). Ho ragione fino ad ora?



EINSTEIN: In effetti.

SOCRATE: Come risultato – e veniamo ora alla parte difficile – si sostiene che l'accelerazione, come quella impartita al ascensore, impartisce una *curvatura al fascio di luce*: corretto?

EINSTEIN: Sì, certo. Chiaramente il fascio di luce è piegato per l'uomo nel ascensore. Lei stesso l'ha detto pochi secondi fa!

SOCRATE: Sicuramente di no! Ho detto, e ripeto le mie parole: «al uomo nel ascensore il fascio di luce *apparirebbe* leggermente piegato». Non ho detto che *sarebbe* piegato. Non è vero?

EINSTEIN: E che cosa ho detto io?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Lei, mio caro professor Einstein, ha detto che è piegato: mi ricordo perfettamente (non lo ricorda pure lei)? Quindi, ecco la mia prossima domanda: la luce *apparirebbe* piegata, ma in realtà non lo *sarebbe*, o *sarebbe* in realtà piegata, e non solo *apparirebbe*?
- EINSTEIN: Punto buonissimo. Io affermo che il fascio di luce *sarebbe* piegato, mentre lei sostiene che può soltanto *apparire* piegato, pur non *essendo* piegato in realtà. Capisco con precisione l'essenza della sua contro-argomentazione?
- SOCRATE: Sì, lo capisce molto bene. Sappiamo entrambi che le cose spesso possono *sembrare* quello che *non sono* in realtà. Non è così? Ad esempio, nei casi di illusioni ottiche.
- EINSTEIN: Sì, è vero. Ma *io* sostengo che il fascio di luce non solo *apparirebbe* piegato, ma che in realtà *sarebbe* piegato ... e non credo che lei possa dimostrare che mi sbaglio!
- SOCRATE: Ebbene, come possiamo *controllare* se ciò che stiamo osservando è una mera apparenza, o invece è una realtà vera?
- EINSTEIN: Ah-ah! Ho una risposta formidabile per lei. *Non esiste alcuna tale prova* – non *propriamente*, non in *ultima* analisi. Mi spiego. Vede, nella mia giovinezza leggevo avidamente il filosofo britannico Hume, e altri cosiddetti filosofi «empiristi», che sostenevano – e credo, in modo molto convincente – che *l'apparenza è la realtà*: che qualsiasi «realtà» a parte dell'apparenza non può essere mai *conosciuto*. Il filosofo tedesco Kant designò ogni presunta «realtà» che *non* è apparenza usando il suo termine coniato «noumeno», e sostenne – di nuovo, in modo molto convincente – che il «noumeno» è del tutto *inconoscibile*. Probabilmente lei non conosce questi filosofi, dato che hanno scritto i loro capolavori dopo i suoi giorni sulla terra ...
- SOCRATE: Oh no – lei si sbaglia completamente! Nel mio soggiorno di più di due millenni in questi Campi Elisi, ho avuto il gran piacere di incontrare diverse volte il buon vescovo irlandese Berkeley, e di discutere con lui tutti questi enigmi, e soprattutto il suo preferito: «Se un albero cade in una foresta disabitata, fa un suono?» – e in effetti mi ha persuaso che sbagliavo molto probabilmente in tutte le mie precedenti idee su ciò che è realtà e ciò che non lo è. Quindi ho abbastanza familiarità con i filosofi empiristi britannici e tedeschi, le assicuro.
- EINSTEIN: Ah. Le mie scuse. Pensavo che avesse solo familiarità con i filosofi greci.
- SOCRATE: Dio mio, no. Durante la mia vita sulla terra non conoscevo molti filosofi, anche quelli greci; la maggior parte di loro sono diventati famosi, e hanno scritto le loro opere migliori, dopo la mia morte. Inoltre, non leggevo tanto durante i miei giorni sulla terra – anzi, non leggo molto neanche adesso. Ho cercato di compensare per la mia mancanza di lettura *discutendo* con i filosofi morti, almeno quelli che ho potuto rintracciare nelle mie peregrinazioni in questi Campi Elisi. In realtà, quello era uno dei motivi per cui ero così intento a fare la *sua* conoscenza.
- EINSTEIN: Mi onora. (*Arrossendo*). Questo è un enorme complimento, proveniente da Socrate stesso! Sono molto onorato.
- SOCRATE: Oh no, davvero, no: l'onore è tutto mio!
- EINSTEIN: No, no. Lei è molto più prestigioso nella considerazione umana di me; lei ha praticamente *inventato* il metodo scientifico!
- SOCRATE: Non *tutto* il metodo scientifico, solo l'aspetto «elenchico» o «interrogatorio» di esso. E non ho davvero *inventato* pure questo. L'ho solo *impiegato* – forse più di chiunque altro. *Forse*. E questo metodo sembra essere diventato molto più popolare nei tribunali che nelle scienze!

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

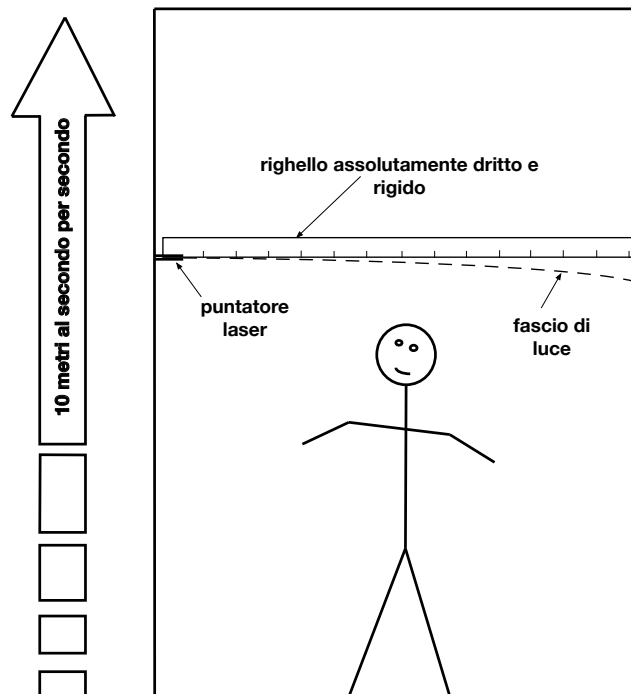
A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

EINSTEIN: Purtroppo tant'è vero. Personalmente penso che le scienze potrebbero beneficiarsi molto con il suo metodo «interrogatorio», di quanto non sia attualmente il caso. Ma tuttavia, per riprendere la discussione sul fascio di luce piegato: che ne dice del mio argomento empirista: che l'aspetto piegato del fascio luminoso è la realtà – che il fascio di luce non solo *sembra* piegato, ma è piegato *in realtà*?

SOCRATE: Ebbene, mi chiedo cosa accadrebbe se, prima che l'ascensore fosse accelerato, dovessimo estendere un righello *assolutamente dritto e rigido* – vale a dire, un righello assolutamente *rigido* in possesso di almeno uno bordo assolutamente *dritto* – dal puntatore laser alla parete opposta, correndolo lungo il fascio di luce? (Non specificheremo come si potrebbe ottenere *assoluta* linearità e rigidità nel righello, e infatti considereremo irrilevante per nostri fini.) Abbiamo convenuto che il *fascio di luce* apparirebbe piegato dopo l'accelerazione del ascensore – lei sostiene che non solo *apparirebbe* piegato, ma anche *sarebbe* piegato, ma pure lei ammette che la luce anche *apparirebbe* piegato – ma, in quello stesso momento, apparirebbe *il righello* piegato pure esso, o invece apparirebbe *dritto*?

EINSTEIN: Apparirebbe *dritto*, naturalmente. Proprio come appare sulla terra, infatti!

SOCRATE: Così? (*Disegna nella sabbia*):



EINSTEIN: Sì.

SOCRATE: Ma allora, non si direbbe che c'è una *differenza* tra apparenza e realtà? Se il *fascio di luce* appare *piegato* e il righello appare *dritto*, allora il fascio di luce sarebbe piegato soltanto *in apparenza*, no?

EINSTEIN: (*Pensando un po'*). Confesso che adesso non so che cosa dire. (*Pensando un po' di più*). Ora penso che il righello può apparire piegato, o può apparire dritto. Non posso dire con certezza. *Hmm*. (*Rimane in pensiero*.)

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

SOCRATE: Ebbene, esaminiamo entrambe le possibilità?

EINSTEIN: Sì, facciamolo.

SOCRATE: In primo luogo, supponiamo che il righello apparirebbe *dritto* dopo che l'ascensore subisse l'accelerazione. In tal caso, per la sua tesi «empirista» enunciata in precedenza, il righello effettivamente *sarebbe* dritto, non è vero?

EINSTEIN: Sì, è vero.

SOCRATE: Ma contemporaneamente, per la tesi «empirista», il fascio di luce *sarebbe* piegato: giusto?

EINSTEIN: Sì.

SOCRATE: Quindi l'accelerazione avrebbe un effetto sulla *luce*, ma non sul *righello* – giusto?

EINSTEIN: Sì.

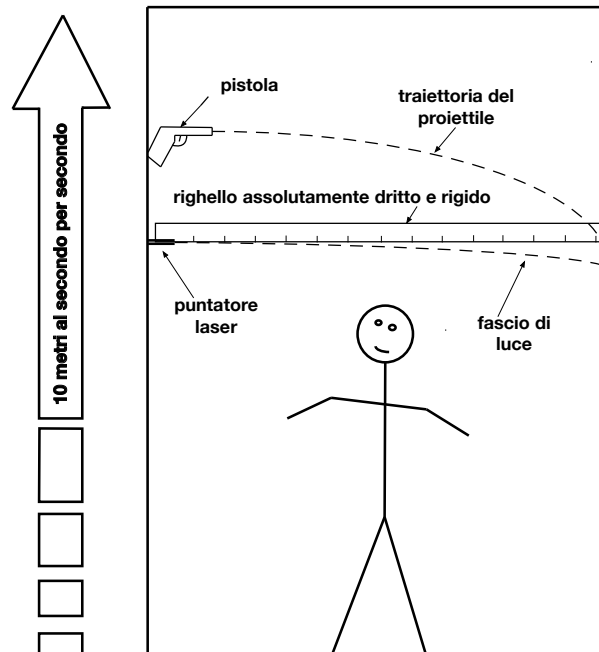
SOCRATE: Allora vogliamo analizzare *le ragioni* di questa differenza?

EINSTEIN: Sì, certo.

SOCRATE: La differenza è dovuta al fatto che *la luce impiega un po' di tempo* per traversare da una parete dell'ascensore alla parete opposta, mentre quello non è il caso con il righello – sì?

EINSTEIN: Eh?

SOCRATE: Beh, mi permetta di descriverlo in altro modo. Supponiamo di apporre sulla parete una *pistola* che sparasse proiettili perpendicolarmente alla parete. Se la pistola venisse sparata dopo che l'ascensore venisse accelerato, il proiettile colpirebbe la parete opposta, non al punto che la colpirebbe quando l'ascensore non venisse accelerato, ma in un punto leggermente inferiore a quello: giusto? Vorrei disegnare la situazione qui: (*disegna nella sabbia di nuovo*).



EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: *(Continuando)* E questo perché, nel breve *periodo di tempo* che il proiettile prende per trascorrere dalla canna della pistola alla parete opposta, l'ascensore sta *accelerando verso l'alto* ad una velocità crescente a un tasso di 10 metri al secondo ogni secondo – sì? Così che, di fatto, la traiettoria del proiettile sembrerebbe al uomo nel ascensore di essere *curvata*: infatti, molto *più* curvata rispetto alla traiettoria della luce dal laser, a causa del *maggiore* periodo di tempo il proiettile richiede per raggiungere la parete opposta – il proiettile essendo molte centinaia di migliaia di volte più *lento* della luce: no?
- EINSTEIN: Sì, lo ammetto. È vero quel che dice, Socrate; è vero.
- SOCRATE: Così vediamo che in caso di *traiettorie* di cose come fotoni o proiettili, che richiedono un po' di *tempo* per transitare da una parete alla parete opposta l'ascensore, c'è un'*apparenza* di curvatura – e infatti, tanto più *tempo* prendono quelle cose per transitare da una parete alla parete opposta, tanto più *pronunciata* diventa questa curvatura; mentre nel caso di cose come il righello assolutamente dritto e rigido teso tra le due pareti – cose che *non* richiedono alcun tempo di «transitare» da una parete alla parete opposta: infatti non «transitano» ovunque affatto – *non* c'è un'*apparenza* di curvatura (dalla nostra ipotesi concordata in avanti, perché sicuramente lei ricorda che per questo argomento, stiamo assumendo che il righello apparirebbe *dritto* dopo l'accelerazione del ascensore)?
- EINSTEIN: Sì. Questo era infatti il senso della mia tesi originale per quanto riguarda la luce: è *a causa del tempo necessario* per la luce per trascorrere da una parete alla parete opposta – un periodo di tempo durante il quale l'ascensore viene *accelerato* verso l'alto – che la traiettoria della luce diventa curva.
- SOCRATE: Infatti, se avessimo pistole che sparassero proiettili a velocità *diverse*, in modo che le *quantità di tempo* che i proiettili richiedessero per transitare da una parete dell'ascensore alla parete opposta sarebbero tutte molto *diverse*, le curvature delle traiettorie dei proiettili sarebbero anche loro tutte molto diverse: sì?
- EINSTEIN: Sì, di certo.
- SOCRATE: Quindi vuol ammettere che il *grado di curvatura* della traiettoria di un proiettile o di fotoni dipende dal *tempo* necessario per l'oggetto – sia proiettile o fotone – per transitare da una parete dell'ascensore alla parete opposta? Che tanto maggior'è questo periodo di tempo, tanto maggiore sarebbe la curvatura della sua traiettoria, e viceversa ... e quindi se qualcosa richiede *nessun tempo affatto*, come nel caso del righello rigido e dritto teso tra le due pareti, non c'è assolutamente *nessun* apparenza di curvatura? Che, di fatto, un tale righello rigido apparirebbe perfettamente *dritto* – e quindi, dal suo argomento filosofico «empirista», *sarebbe* infatti del tutto dritto, non importa se l'ascensore fosse in accelerazione o no?
- EINSTEIN: Sì; devo ammettere pure questo.
- SOCRATE: In questo caso il suo esperimento-pensiero crollerebbe, non è vero?
- EINSTEIN: *Eh? Perché?*
- SOCRATE: Ebbene, un righello che rimane dritto se l'ascensore è in accelerazione o no, dimostra – non è vero? – che gli oggetti rettilinei, e quindi le rette che fanno parte di tali oggetti, *rimarrebbero* dritti non importa se venissero accelerati o no? O in altre parole, che effettivamente l'accelerazione *non* piega lo spazio stesso? E che quindi, anche se l'accelerazione e la gravità fossero *esattamente equivalenti* – il che, come abbiamo concluso in precedenza, *non* è il caso per tutti i volumi più grandi di volumi infinitesimali, ma anche se dovessimo

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

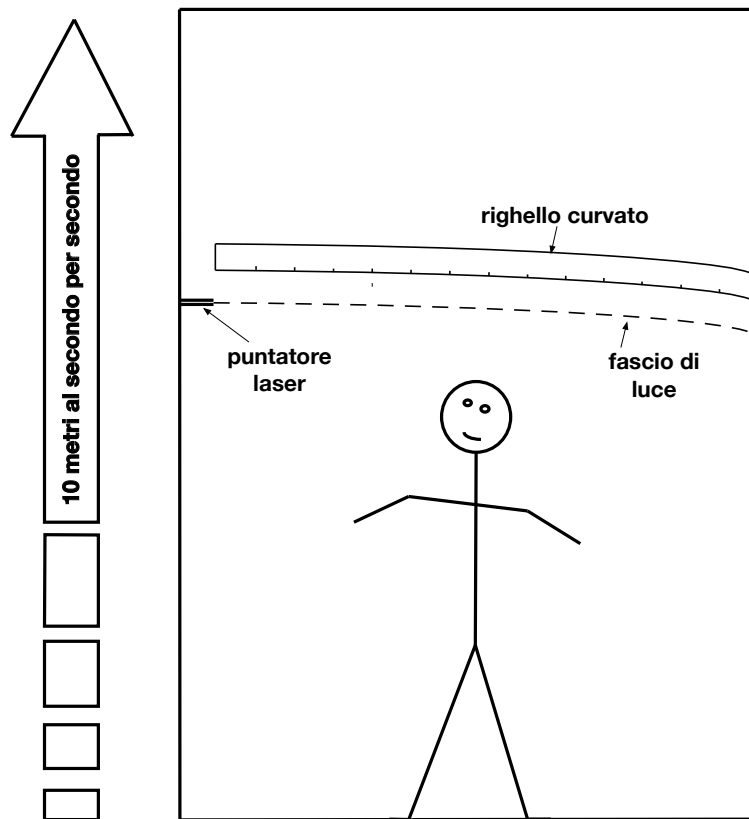
ammettere che sono in realtà esattamente equivalenti per *tutti* i volumi – la gravità *non* sarebbe in grado di piegare lo spazio nemmeno – vero?

EINSTEIN: Hmm. (*Trieste adesso*). Non mi piace ammetterlo, ma non vedo una confutazione al suo argomento in questo momento. Tuttavia, che succederebbe se si assumesse che il righello apparirebbe *piegato*? Abbiamo fino ad ora presupposto che il righello apparirebbe *dritto* quando l'ascensore fosse accelerato, ma che cosa succederebbe assumendo il contrario: che il righello appare *piegato* dopo l'accelerazione del ascensore? In quel caso, sarebbe *in realtà piegato* ... e come ha ricordato lei stesso, questo è il *punto centrale* del mio pensiero-esperimento: che l'accelerazione dell'ascensore piegherebbe lo spazio stesso. Se lo spazio stesso si è piegato, allora eventuali *rette* in quello spazio devono essere piegate pure *esse!*

SOCRATE: (*Alzando le sopracciglia*) Ha appena detto che una retta è piegata? O in altre parole, che una retta *non* è una retta? Non è questa una vera e propria contraddizione in termini?

EINSTEIN: Mi spiace – ho mal parlato. Quello che intendevo dire è che il righello che *era* dritto quando l'ascensore *non* stava in accelerazione, *diventa* ora piegato quando l'ascensore è accelerato.

SOCRATE: Così? (*Disegna nella sabbia*):



EINSTEIN: Sì.

SOCRATE: Capisco. Allora potrebbe spiegarmi, *che cosa* esattamente lo renderebbe piegato?

EINSTEIN: Ovviamente, il fatto che *lo spazio stesso* diventerebbe curvo a causa dell'accelerazione impartita al ascensore!

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: *Hmm. Non è questa assunzione qualcosa che sta ancora da dimostrare? Non è vero che il suo esperimento-pensiero cerca a stabilire la verità della sua affermazione che lo spazio si piega a causa dell'accelerazione? Non sta facendo adesso una tale affermazione in anticipo di stabilire la sua verità?*
- EINSTEIN: Non l'ho già stabilito?
- SOCRATE: Come, esattamente, l'ha stabilito?
- EINSTEIN: Vediamo ora. Abbiamo visto che, se l'ascensore *non* venisse accelerato, il fascio di luce e il righello apparirebbero ambedue perfettamente *rettilinei*, mentre quando l'ascensore *viene* accelerato, il fascio di luce e il righello apparirebbero *curvi*. Così, secondo le rivendicazioni di tutti i filosofi empiristi, compreso il suo buon amico il vescovo Berkeley – il cui motto, se ho capito bene, è «*esse est percipi*», che liberamente tradotto significa «la realtà è l'apparenza» – sia il fascio di luce, sia il righello, erano in realtà *dritti* prima dell'accelerazione del ascensore, mentre entrambi in realtà diventerebbero *curvi* – o piegati – quando l'ascensore subisse l'accelerazione!
- SOCRATE: Ah, ma no. Mi chiedo se ha notato, che in punto di fatto – e anzi, con gran fiducia – lei ha *spiegato il motivo* per cui, a causa di accelerazioni, le *traiettorie* dei corpi come fotoni o proiettili *in movimento* diventerebbero piegate; ma *non ha spiegato* perché gli oggetti perfettamente *rigidi* come i righelli dritti diventerebbero piegati o curvi pure essi! Lei ha solo *assunto* che sia il caso, perché non stava abbastanza sicuro di dirmi con confidenza se il righello rigido diventerebbe piegato o rimarrebbe dritto – e in quest'ultimo caso, il suo esperimento mentale crollerebbe, per la sua stessa ammissione.
- EINSTEIN: Ah. Sì. Abbiamo *ipotizzato* che il righello rigido diventerebbe curvo: sì. Devo pensarci ...
- SOCRATE: Va bene. Ma nel frattempo, vorrei domandare un'altra cosa: esattamente *come* diventerebbe curvo il righello, se infatti è curvo? Per essere più precisi, quale *forma* sarebbe la curvatura?
- EINSTEIN: Scusi?
- SOCRATE: Ebbene, sarebbe la sua curvatura come un cerchio (o una parte di un cerchio), o un'ellisse o parte di un'ellisse, o di una parabola, o di un'iperbole, o altro tipo di curvatura? Quale sarebbe *l'esatta natura* e il *grado* di questa curvatura?
- EINSTEIN: Beh, devo dire che la sua curvatura sarebbe della stessa natura e grado di quello del fascio luminoso – naturalmente.
- SOCRATE: Perché non di più, o di meno?
- EINSTEIN: Vede, il *meta* del mio esperimento-pensiero è quello di dimostrare che lo *spazio* può essere curvato a causa di accelerazione, *utilizzando l'esempio del fascio di luce* per dimostrare di *quanto*. Se avessi usato proiettili di pistola nel mio esperimento mentale, allora la curvatura del righello – e quindi dello spazio – sarebbe proiettato di essere uguale a quella delle traiettorie dei proiettili; ma dal momento che proiettili hanno delle velocità differenti, sono stato molto attento a *non* utilizzare proiettili per il mio esperimento mentale! Ma noi tutti sappiamo che la *luce* si muove a velocità *costante* – e, infatti, delle persone intelligentissime hanno tentato, ma fallito, di dimostrare il contrario – così sostengo che *la luce stessa* è ciò che dovremmo usare per dimostrare la natura e il grado di curvatura dello spazio.
- SOCRATE: Bene, allora. Se posso proporre una piccola modifica al suo esperimento mentale? Una che non altererebbe gli elementi essenziali dello esperimento-pensiero in alcun modo rilevante?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- EINSTEIN: Per piacere.
- SOCRATE: Supponiamo che prima che l'ascensore venisse accelerato, il righello assolutamente dritto e rigido di cui abbiamo parlato in precedenza non è soltanto *esteso* da una parete alla parete opposta, ma è solidamente *fissato* – per esempio, mediante saldatura – alle due pareti: un'estremità del bordo inferiore del righello essendo solidamente fissato accanto al puntatore laser, in modo che il bordo inferiore del righello e il bordo inferiore del fascio luminoso, nel punto in cui il fascio di luce esce dal puntatore laser, sono *la stessa distanza dal pavimento* dell'ascensore. E supponiamo che l'altra estremità del righello sia solidamente fissato in modo che il suo bordo inferiore si trovasse proprio accanto al punto più basso della macchia di luce che brilla sulla parete *opposta*. Oppure, per dirla in altro modo, e per rendere le cose *assolutamente* chiare, si specifica che quando l'ascensore *non* viene accelerato, il bordo inferiore del righello è esattamente *parallelo* – e quindi assolutamente *equidistante* – dal bordo inferiore del fascio luminoso, *in ogni punto attraverso la loro lunghezza*. (Pure in questo caso, non specificheremo *come* si otterrebbe una tale precisione assoluta, e lo considereremo irrilevante.)
- EINSTEIN: (*Pensando per un po' di tempo*). Sì, suppongo che potremo fare questo, non alterando l'esperimento-pensiero in alcun modo rilevante.
- SOCRATE: Bene, allora. Adesso vogliamo analizzare che cosa succederebbe quando l'ascensore viene accelerato verso l'alto ad una velocità che aumenta di 10 metri per secondo con ogni secondo che passa?
- EINSTEIN: Sì, facciamo.
- SOCRATE: Lei sostiene – e, in effetti, sono d'accordo – che quando l'ascensore viene accelerato, il fascio di luce colpirebbe la parete di fronte al puntatore laser un po' al di *sotto* del punto in cui la luce brillava sulla stessa parete quando l'ascensore *non* stava accelerato: non è vero?
- EINSTEIN: Sì, in effetti – è esattamente quello che io sostengo.
- SOCRATE: È allora lei mantiene – non è vero? – che quando l'ascensore è in fase accelerata, il punto inferiore della macchia di luce che brilla sulla parete opposta dal puntatore laser sarebbe ora *più vicino al pavimento* di una piccola quantità, mentre sotto quelle stesse condizioni, la distanza tra il bordo inferiore del righello e il pavimento dell'ascensore *non* sarebbe diminuita nemmeno minimamente? E quindi, quando l'ascensore è in fase accelerata, il bordo inferiore del fascio di luce non sarebbe *assolutamente equidistante* dal bordo inferiore del righello in ogni punto della loro lunghezza?
- EINSTEIN: (*Pensando un po'*). Sì ... credo di sì.
- SOCRATE: Ma allora deve mantenere – non è vero? – che il righello *non* sarebbe piegato – ossia curvo – nella stessa quantità e nello stesso modo come sarebbe piegato il fascio di luce?
- EINSTEIN: (*Pensando un po' di più*). No, mi dispiace – ho parlato male. La distanza tra il punto inferiore del macchio luminoso e il pavimento dell'ascensore *non* sarebbe diminuita minimamente nemmeno essa. Il che, di fatto, è perché il righello sarà ora *curvato* esattamente nello stesso modo e nella stessa misura come il fascio di luce!
- SOCRATE: Ma allora lei si sarebbe sbagliato nel dire che quando l'ascensore è accelerato, il fascio di luce colpirebbe la parete di fronte al puntatore laser un po' al di *sotto* del punto in cui la luce brillava sulla stessa parete quando l'ascensore *non* venisse accelerato – non è vero?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- EINSTEIN: Sta totalmente confondendomi adesso, Socrate!
- SOCRATE: Beh, se si assume che il righello – e quindi, di conseguenza, lo spazio stesso – è *piegato* dall'accelerazione dell'ascensore, e anzi piegato *esattamente nello stesso modo e nella stessa misura* come il fascio di luce diventa piegato a causa della stessa accelerazione, allora il fascio di luce deve colpire lo *stesso* punto sulla parete opposta se l'ascensore è in fase accelerata o no – giusto? Che la flessione del righello dovrebbe esattamente *compensare* la flessione del fascio luminoso ... non è così? Ricorda che il righello è *affissato* alle due pareti adesso!
- EINSTEIN: Ancora non capisco.
- SOCRATE: Bene, utilizziamo alcune cifre: alcune più semplici, niente di complicato. Supponiamo che prima che l'ascensore venisse accelerato, il puntatore laser e il righello sono così apposti alle pareti dell'ascensore che i bordi inferiori, sia del righello sia del fascio di luce, sono esattamente *un metro sopra il pavimento dell'ascensore*. E quando dico «esattamente», voglio dire, con *assoluta precisione*. Ancora una volta, proprio come *otterremo* una tale precisione fantastica non verrà specificato, e lo considereremo irrilevante per il nostro sperimento mentale – proprio come lei, mio caro professore, considera la questione di come si accelera l'ascensore di essere non specificato e irrilevante. Supponiamo inoltre che allo stesso tempo, il pavimento del ascensore è perfettamente *piatto e orizzontale* ovunque lungo la sua superficie, e le sue pareti sono perfettamente *verticali e piatte* ovunque lungo le loro superfici; ed i bordi inferiori sia del fascio di luce, sia del righello, sono pure loro *perfettamente orizzontali*. E, come detto in precedenza, si precisa che quando finalmente acceleriamo l'ascensore, acceleriamolo in direzione *perfettamente verticale*. Quindi, prima dell'accelerazione del ascensore, il fascio di luce colpirebbe la parete opposta in modo tale che la parte inferiore della luce – la parte inferiore della macchia di luce sulla parete dove brilla la luce del laser – è *esattamente un metro* dal pavimento dell'ascensore: giusto?
- EINSTEIN: Giusto.
- SOCRATE: Quindi, se *dopo* l'accelerazione del ascensore, la macchia di luce che brillava sulla parete opposta è un piccolo, ma misurabile, distanza *inferiore* al punto originale in cui brillava sulla stessa parete quando l'ascensore *non* fu accelerato, allora la parte inferiore di quel punto sarebbe *meno di esattamente un metro sopra il pavimento*: giusto?
- EINSTEIN: Giusto.
- SOCRATE: Ma *all'altra* parete – alla parete a cui è fissato il puntatore laser – la parte inferiore del fascio di luce dove esce il laser sarebbe ancora *esattamente un metro sopra il pavimento*: giusto?
- EINSTEIN: Giusto.
- SOCRATE: E in quella stessa parete, il bordo inferiore del *righello* ch'è fissato alla parete sarebbe pure esso esattamente un metro sopra il pavimento: giusto?
- EINSTEIN: Sì, pure questo è giusto.
- SOCRATE: Ora *dove* esattamente sarebbe il bordo inferiore del righello affissato alla parete *opposta*? Sarebbe *esattamente un metro* sopra il pavimento, o *meno di esattamente un metro* sopra il pavimento?
- EINSTEIN: Mi sta facendo girare la testa, Socrate!

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

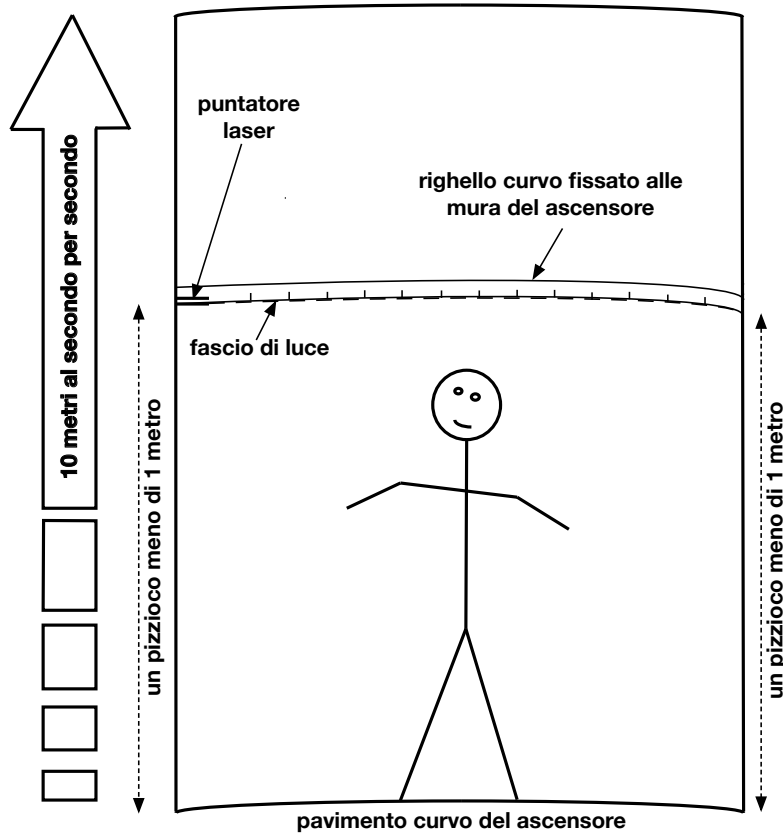
A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- EINSTEIN: Sì. Anche se, come viene disegnato qui, l'uomo nel ascensore sarebbe molto più piccolo di un metro di altezza, e questo è *piccolissimo* ... ma prima che lei alza le sue obiezioni, vorrei ammettere che questo fatto è del tutto irrilevante per il nostro sperimento mentale.
- SOCRATE: Infatti. Perché nel suo sperimento mentale, il fascio di luce avrebbe colpito la parete di fronte al puntatore laser un po' *al di sotto* del punto in cui brillava *prima* dell'accelerazione del ascensore: sì?
- EINSTEIN: Sì.
- SOCRATE: Infatti, *se* il bordo inferiore del righello fosse esattamente di un metro sopra il pavimento ad *entrambe* le sue estremità, il suo sperimento mentale equivarrebbe ad un *reductio ad absurdum*, sì? O in altre parole, dimostrerebbe che, come l'ha enunciato, il suo sperimento pensiero *non sarebbe possibile*, neppure in teoria: sì?
- EINSTEIN: Sì, vero *Ehm*. Ma vorrei seguire questa linea di pensiero fino alla fine. Mi piacerebbe davvero controllare dove ci conduce, questa linea di pensiero.
- SOCRATE: Va bene, cerchiamo di continuare in avanti. Quindi mi permetta di chiedere: che cosa potrebbe *causare* questa distanza a ridursi da esattamente e precisamente un metro, ad un pizzico *meno* di un metro, come dimostra il nostro disegno? Dato che il righello rimane sempre solidamente *fissato* alle due pareti ... per esempio, mediante saldatura?
- EINSTEIN: (*Pensando un po'*) Ah! Penso che ce l'ho la soluzione. Vede, secondo la mia teoria della relatività *speciale*, tutti oggetti subiscono una *riduzione di lunghezza* nella direzione del loro moto. Quindi, dal momento che l'ascensore viene accelerato verso l'alto, la parete si *restringe* un po', e *questa* è la causa della riduzione.
- SOCRATE: Mio *caro* professore! Poiché le pareti dell'ascensore sono, secondo il nostro accordo precedente, tutte *esattamente verticali*, e poiché tutti si muovono verso l'alto allo *stesso* tasso di accelerazione, non dovrebbero ridurre le distanze tra il bordo inferiore del *fascio luminoso* e il pavimento, e tra il bordo inferiore del *righello* e il pavimento, *ugualmente* per *tutta* la loro lunghezza? Ma lei stesso aveva concordato in precedenza che il bordo inferiore del righello in cui è applicata al muro accanto al puntatore laser *resterebbe sempre un metro dal pavimento*, no?
- EINSTEIN: (*Pensando un po' di più*) No, ho parlato male ancora una volta: ha ragione lei. Lo restringimento delle pareti sarebbe – *deve* essere – lo stesso per *tutte* le pareti. Quindi, dopo che l'ascensore viene accelerato, il bordo inferiore del fascio luminoso – come anche il bordo inferiore del righello – a *entrambe* le pareti sarebbe un pizzico inferiore d'un metro.
- SOCRATE: E sarebbero entrambi queste lunghezze *uguali*?
- EINSTEIN: Sì, di certo.
- SOCRATE: E per quanto riguarda in mezzo, cioè *tra* le due pareti? Rimarrebbero il bordo inferiore del fascio luminoso e del righello alla stessa distanza dal *pavimento* in *tutta* la loro lunghezza?
- EINSTEIN: Sì, sen'z altro.
- SOCRATE: Allora il fascio di luce *non* sarebbe piegato, neppure minimamente, non è vero? Né, infatti, sarebbe piegato il righello. Entrambi sarebbero *dritti* come una freccia: infatti, molto *più* dritti!
- EINSTEIN: No, non è così: perché *il pavimento dell'ascensore sarebbe piegato!*

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

SOCRATE: Così? (Disegna di nuovo nella sabbia):



EINSTEIN: Sì: questo è *esattamente* quello che voglio dire!

SOCRATE: Beh, devo chiedere, allora: *perché* sarebbe piegato il pavimento dell'ascensore?

EINSTEIN: Perché, mio *caro* Socrate – mio *stimato* signore – lei *ancora* non capisce. *Lo spazio stesso si piega a causa dell'accelerazione del ascensore!* Tutti lo *sanno* al giorno d'oggi. Ed è per *questo* che il pavimento dell'ascensore diventerebbe piegato quando l'ascensore viene accelerato.

SOCRATE: (*Sorridendo*). Beh, se fossi un avvocato in tribunale, potrei dire, a questo punto, «Non ho altre domande; ho esposto il caso!» Ma poiché *non* siamo in tribunale, vorrei spiegare a lei *esattamente come* il suo argomento non è valido: perché *assume in anticipo ciò che rimane ancora da dimostrare!* – Posso?

EINSTEIN: Prego.

SOCRATE: Lei sostiene, non è vero, che lo *spazio stesso* si piega a causa dell'accelerazione?

EINSTEIN: Sì, questo è precisamente quello che ho detto: no?

SOCRATE: Infatti. E ha anche affermato che tutti lo sanno.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- EINSTEIN: Sì, lo sanno davvero!
- SOCRATE: Ora la mia domanda è, *come* lo sanno tutti?
- EINSTEIN: Perché *la mia teoria della relatività generale lo dimostra!*
- SOCRATE: Appunto. Ed esattamente *come* riesce la sua teoria a dimostrarlo?
- EINSTEIN: Beh, immaginiamo un ascensore che viene accelerato verso l'alto ... *Ohhhh!* Capisco adesso quello che vuol dire. Sto *assumendo* che *ho* la dimostrazione, anche al fine di *formulare* la dimostrazione.
- SOCRATE: Questo è *precisamente* quel che sta facendo, mio caro professore!
- EINSTEIN: Sì, sbagliavo: ammetto ora. Ma sicuramente ci sono *altri* modi di dimostrare la stessa cosa.
- SOCRATE: Beh, *lei* conosce di un tal modo?
- EINSTEIN: Proprio adesso, no, devo ammettere che non lo conosco; ma sono sicuro che ce ne sono.
- SOCRATE: E *chi*, esattamente, li conoscerebbe?
- EINSTEIN: (*Stizzito*) Come diavolo dovrei sapere *io* chi li conoscerebbe?
- SOCRATE: Beh, non è questa la *sua* teoria della relatività?
- EINSTEIN: Sì, certo lo è!
- SOCRATE: Allora non dovrebbe essere *lei* richiesto a fornire una tale dimostrazione ... oppure, se non è possibile per *lei*, deve ammettere che la *sua* teoria non è ancora completa: no?
- EINSTEIN: Bene, bene – per il momento devo dire che non ho una confutazione. *Per il momento solo*, si nota bene.
- SOCRATE: Sì, per il momento solo. Ma lei *ammette* che per il momento, la sua teoria *non* è completa? In altre parole, che lei *non* ha effettivamente dimostrato che lo spazio può essere piegato?
- EINSTEIN: Sì, *per il momento solo*.
- SOCRATE: Giusto. Allora ho un'altra domanda per lei. Se, come dice lei, il righello – e anzi, se accettiamo il reclamo che il pavimento dell'ascensore, pure esso – è curvo esattamente nello stesso modo e alla stessa misura quanto è curvo il fascio di luce, allora *apparirebbero* ambedue curvi per l'uomo nel ascensore, o apparirebbero ambedue *dritti*?
- EINSTEIN: Scusi? Non capisco.
- SOCRATE: Beh, per dirla in altro modo: come possiamo *controllare* se un righello *appare* – e quindi, dal precedente argomento «empirista», anche è – dritto, o no? Non dobbiamo mettere una delle estremità del righello ad un occhio, prendendo una linea di vista lungo il righello ... quindi se è piegato o curvo, possiamo facilmente avvertire?
- EINSTEIN: Sì, questo è *un* modo per verificare la rettilineità, è vero. Non è *l'unico* modo, tuttavia.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Sì, d'accordo. Si può anche verificare la rettilineità del bordo d'un righello tracciando una linea con essa, capovolgendo il righello, e poi disegnando una *seconda* linea con esso, mentre cercando di fare entrambe le linee coincidere esattamente. Se non lo fanno, il bordo non sarebbe dritto.
- EINSTEIN: Sì, è vero.
- SOCRATE: Ma consideriamo il metodo di linea-di-vista per adesso. Se, prima che l'ascensore venisse accelerato, il righello fosse assolutamente dritto, poi se, dopo l'accelerazione, l'uomo dovesse mettere un'estremità del righello al suo occhio, dovrebbe vederlo *dritto*, o *piegato*?
- EINSTEIN: (*Pensando un po'*) Immagino che dovrebbe ancora vederlo *dritto*, perché sta usando *la luce* per verificare se il righello è dritto o no; e il righello e la luce essendo piegati *esattamente nello stesso modo ed esattamente nella stessa misura*, la luce passerebbe da un'estremità del righello all'altra estremità in una linea *esattamente parallela al bordo del righello!*
- SOCRATE: Allora, se l'uomo utilizza il metodo di linea-di-vista per verificare se il righello rimane proprio dritto o no, sembrerebbe *dritto* a lui, sia prima che dopo l'ascensore subisse l'accelerazione ... vero?
- EINSTEIN: Sì, è vero.
- SOCRATE: E questo sarebbe il caso anche se lo spazio fosse «piegato» per l'accelerazione?
- EINSTEIN: Sì ... *hmm*. Certo questo è bizzarro – il bordo d'un righello curvo che appare dritto – ma il suo ragionamento sembra infallibile.
- SOCRATE: Ma allora, dal suo argomento «empirista», il righello *sarebbe* effettivamente dritto e *non* piegato, vero? In altre parole, se si sostiene, come aveva fatto in precedenza, che «l'aspetto è la realtà», allora non sarebbe questa una *prova* che il righello – e quindi lo spazio stesso – non *sembrerebbe* piegato; e, di conseguenza, non poteva *essere* piegato in realtà neppure?
- EINSTEIN: (*Pensando*). Beh, è chiaro che non possiamo condurre quest'argomento empirista troppo lontano: certo se non vogliamo prendere congedo del nostro senso comune del tutto. Non *tutte* le apparenze sono realtà, sicuramente. In *questo* caso particolare, io sostengo che il righello *sembra* dritto, ma è piegato. In *realtà* è piegato, anche se può *apparire* dritto.
- SOCRATE: Ma allora, per favore dicami chiaramente se si vuole *ritenere* la visione empiristica, che sostiene – nelle parole del vescovo Berkeley – che «*esse est percipi*», il che secondo la sua traduzione significa «la realtà è l'apparenza» ... o se si desidera adesso *abbandonare* questa visione empiristica?
- EINSTEIN: Beh, credo che dobbiamo prendere la visione empiristica «*cum grano salis*», per così dire. Quando è d'accordo con il nostro senso comune dobbiamo accettarla, e quando non lo è, dobbiamo rigettarla.
- SOCRATE: Sta ora sostenendo che le apparenze *possono* essere delle apparenze a volte, e *non* la realtà?
- EINSTEIN: Se lo esprime così – sì. Credo di sì.
- SOCRATE: Allora sta dicendo adesso, che sta *ripudiando* la risposta che mi aveva dato quando abbiamo parlato della curvatura del fascio di luce nel ascensore, e le ho chiesto se poteva essere una semplice *apparenza* e non una *realtà*, e lei aveva risposto che era sicuramente una *realtà*? In

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

altre parole, sta ora ammettendo che la curvatura della luce *potrebbe* essere una mera apparenza, e *non* una realtà?

EINSTEIN: *Ehm ... sì, lo sto ammettendo. Ma mi raccomando: potrebbe essere un'apparenza. Non è. C'è una differenza! Ed io ritengo che infatti non è un'apparenza, ma invece è una realtà.*

SOCRATE: Allora devo chiederle ancora: in che modo è la pretesa che il fascio di luce è piegato, e non solo *appare* così, in accordo con il nostro senso comune?

EINSTEIN: Beh, ovviamente, se l'uomo nel ascensore lo *osserva* piegato, allora dev'essere piegato – non è vero?

SOCRATE: Ma perché non può essere solamente piegato in *apparenza*?

EINSTEIN: Ma quest'uomo è *l'unico* osservatore, no? Il metodo scientifico consiste prima di tutto delle *osservazioni*, no?

SOCRATE: Certamente; ma quest'uomo non è di certo l'unico osservatore *possibile*!

EINSTEIN: Certo che lo è. Nel nostro sperimento mentale lui è l'unico uomo – anzi, l'unico *essere senziente* – nel ascensore!

SOCRATE: *Nel* ascensore, sì. Ma che direbbe per quanto riguarda eventuali osservatori *fuori* dal ascensore – osservatori che *non* vengono accelerati nella direzione dell'ascensore? Osservatori, cioè, che sarebbero a *riposo* rispetto l'ascensore come esso era *prima* di subire l'accelerazione?

EINSTEIN: Beh, una tale persona – o persone – non potrebbero *guardare dentro* l'ascensore, e quindi non potrebbero *osservare* nulla in esso. Non sarebbero in realtà «osservatori» affatto!

SOCRATE: Beh, se mi è permesso di fare un altro piccolo cambiamento nel suo sperimento mentale – uno che non inciderebbe gli elementi essenziali dello sperimento-pensiero in alcun modo ...?

EINSTEIN: Prego.

SOCRATE: Supponiamo che una delle *altre* pareti dell'ascensore – una delle pareti su cui *non* è affissato né il puntatore laser né il righello – è *semi-trasparente*: per esempio, che sia costruita di vetro o di plastica semi-riflettente, come le finestre delle stanze degli interrogatori di polizia, in modo che persone fuori del ascensore potrebbero guardare dentro, ma l'uomo all'interno non potrebbe guardare fuori. E supponiamo inoltre che ci fosse una donna fuori dall'ascensore – ovviamente vestita in una tuta spaziale adeguata per sopportare i rigori dello spazio vuoto – che può osservare l'interno dell'ascensore dopo che fosse accelerato. E inoltre supponiamo che il puntatore laser sparasse *lampi di luce* di durata di meno di un *nanosecondo*, a intervalli: ad esempio, a intervalli di un *decimo di un secondo*. (Dico «lampi di luce di durata di meno di un nanosecondo», perché, come probabilmente sa – o può facilmente calcolare – la luce muove quasi esattamente un «piede» anglosassone, ossia circa 30 centimetri, in un nanosecondo, e quindi lampi di durata di meno di un nanosecondo sarebbero meno di 30 centimetri in lunghezza – il che permetterebbe l'osservazione della traiettoria *reale* della luce, e non la sua traiettoria *apparente* – come sarebbe osservata se venisse stato generato un *fascio* di luce continuo. Quest'ultimo sarebbe molto simile a osservare un flusso di acqua da un tubo, che *appare* curvo quando il tubo viene oscillato qui e là, anche se ogni molecola d'acqua si muove in *realtà* in una traiettoria diritta quando esce dall'ugello, eccetto ovviamente per quanto riguarda gli effetti della gravità e dell'aria.) E ancora una volta supponiamo che l'ascensore sia dotato di un po' di fumo, in modo che ciascuno dei lampi di

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

luce diventasse chiaramente *visibile* durante il suo passaggio dal puntatore laser alla parete opposta; e supponiamo che la donna possedesse una telecamera ad alta velocità che, mentre l'ascensore accelera passando lei, scattasse fotografie di ciascuno dei singoli lampi di luce, illuminati come sono dal fumo. Allora: le fotografie mostrerebbe la traiettoria di ogni lampo di luce come *piegato*, o *dritto*? Personalmente ritengo che la donna osserverebbe tutte le loro traiettorie come assolutamente *dritte*, ma sono aperto ad argomenti contrastanti.

EINSTEIN: *(Lunga pausa. Poi, dopo averci pensato un bel po')*: Credo che abbia ragione: alla donna che sta al di fuori del ascensore, e che *non* viene accelerata, le traiettorie dei lampi di luce dovrebbero apparire assolutamente *dritte*.

SOCRATE: Ebbene: lei *accetta* che i lampi di luce si muoverebbero in traiettorie *dritte* per quanto riguarda la donna, ma *non* per quanto riguarda l'uomo?

EINSTEIN: *(Ancora pensando un po' più)* Sì, penso di sì. *(Una pausa)*. Sì, lo accetto.

SOCRATE: E se ci fossero anche un paio di pistole nel ascensore, le traiettorie dei proiettili sparati da loro apparirebbero anche loro *dritte* alla donna – giusto? Naturalmente, se li potesse osservare. Ma così facendo non sarebbe troppo difficile da organizzare. Supponiamo la donna in possesso di una telecamera ad alta velocità che scatta fotografie successive dei proiettili quando vengono lanciati, ad esempio, con intervalli di meno di un microsecondo tra immagini successive. Dal momento che i proiettili si spostano a velocità tra circa un paio di centinaia di metri al secondo a circa millecinquecento metri al secondo, e dal momento che un ascensore normale è più probabilmente tra i tre ed i dieci metri di larghezza, la donna potrebbe ottenere da poche centinaia a qualche migliaia di immagini di ogni proiettile nel suo volo – giusto? Se tutte le immagine sono state accogliate in una singolo fotografia – vale a dire, in un solo quadro – si potrebbe facilmente controllare che i proiettili sono tutti in movimento in traiettorie rettilinee, e che la differenza nei punti dove colpiscono la parete opposta dell'ascensore è solo a causa della differenza nelle *durate* dei loro voli, perché l'ascensore veniva *accelerato* durante questi periodi. Giusto?

EINSTEIN: Sì. Penso che abbia ragione. Sì.

SOCRATE: E possiamo anche avanzare una buona *ragione* per cui i proiettili – e i lampi di luce, per di più – presenterebbero traiettorie *diritte* alla donna: giusto?

EINSTEIN: Sì, certo. Una volta che i proiettili lasciassero la pistola da cui sono sparati, forze ulteriori laterali non sarebbero impartite a essi; e lo stesso vale per ogni lampo di luce dopo aver lasciato il puntatore laser. Inoltre, non sarebbero in accelerazione nemmeno, sicché per quanto *li* riguarda, lo spazio *non* sarebbe curvo. Quindi, secondo la prima legge di Newton – che sostiene che un corpo continuerebbe a muoversi in linea retta, a meno che una forza esterna agisse su di esso – i proiettili ed i lampi ambedue continuerebbero a muoversi in linea retta fino a colpire la parete opposta. Oppure, se vogliamo ignorare Newton, e invece impiegare la mia teoria della relatività generale, allora a causa del fatto che i proiettili ed i lampi non sarebbero accelerati, né sarebbero in prossimità di alcun campo gravitazionale percettibile, lo spazio intorno a essi *non* potrebbe esser curvato, almeno non sensibilmente; e così le loro traiettorie sarebbero per forza perfettamente *dritte* – o, almeno, tanto *dritte* quanto è possibile nel nostro Universo, in cui la gravità non è mai del tutto assente. Fida di me, ho meditato a questo molto a fondo!

SOCRATE: Senza alcun dubbio; e la sua conclusione è giustissima! Allora, la mia prossima domanda è questa: dal momento che per la donna, i proiettili ed i lampi tutti sembrerebbero di muoversi in traiettorie *dritte*, mentre per l'uomo nel ascensore sembrerebbero di muoversi in traiettorie *curve*, quale dei due osserverebbero la *realtà*: l'uomo o la donna?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- EINSTEIN: (*Pensando*). Ehm. Un enigma, devo ammettere. (*Rallegrandosi*). Perché non possono osservare *entrambi* la realtà? Io sostengo che la realtà è *relativa*: ciò che è la realtà per un osservatore può *non* essere realtà per un altro.
- SOCRATE: Ma *può* esistere davvero più di una singola realtà? Non è l'intero *scopo* della scienza, quello di cercare di determinare *le leggi della realtà* – cioè, della realtà *reale*? Anche se, per ipotesi, esistessero «realtà» molteplici, non significherebbe pure questo che c'è *una* sola realtà – una sola realtà *vera* – la *vera* realtà essendo, che esistono una molteplicità di cosiddette «realtà»? In altre parole, non è vero che una *contraddizione* nasce dal postulato che esiste più di *una* singola realtà?
- EINSTEIN: (*Pensando*). Sì, vedo come questo possa essere davvero il caso. Ma nel suo esempio precedente, direi che lo *spazio stesso* è differente per l'uomo da quant'è per la donna. Più precisamente, che ciascuna delle due persone si trova in uno spazio *differente*. In *realtà*. Sono in due *spazi* differenti, e non nello *stesso* spazio.
- SOCRATE: E quali due spazi differenti sarebbero, quelli?
- EINSTEIN: Ovviamente, lo spazio *all'interno* dell'ascensore essendo uno di essi, e lo spazio *esterno* essendo l'altro!
- SOCRATE: Quindi vuol dire che lo spazio dentro l'ascensore è *curvo* – *curvo davvero* – mentre lo spazio esterno *non* è affatto curvo?
- EINSTEIN: Sì, *precisamente!*
- SOCRATE: Per essere *assolutamente* chiari: lo spazio *dentro* l'ascensore sarebbe piegato o curvo, mentre lo spazio *esterno* sarebbe totalmente dritto – è questo ciò che sostiene?
- EINSTEIN: Sì – eccetto che invece di chiamare quest'ultimo spazio «diritto», lo chiamerei «piatto».
- SOCRATE: Va bene: «piatto», allora. Ma che *separa* i due spazi differenti – quello curvo *dentro* l'ascensore e quello piatto *fuori* di esso?
- EINSTEIN: Ovviamente, le pareti, il soffitto e il pavimento del ascensore!
- SOCRATE: Ebbene, che cosa succederebbe se immaginassimo il soffitto e il pavimento fatti di una sorta di *rete* o *maglia*, in modo che lo spazio *dentro* e lo spazio *fuori* dal ascensore diventerebbe *lo stesso spazio*? In tal caso, l'ascensore muoverebbe *attraverso lo spazio esterno*, non è vero? E quando si muove, lo spazio esterno *entrerebbe* l'ascensore attraverso la maglia superiore, e *uscirebbe* attraverso la maglia inferiore: sì? Così, in ogni momento lo spazio all'intorno dell'ascensore sarebbe *lo stesso spazio* che è al di fuori dell'ascensore, e quindi sarebbe totalmente «piatto», come dice lei: giusto? Certo, ora l'uomo dovrebbe essere vestito anche lui in una tuta spaziale, proprio come la donna; ma questa è una questione irrilevante, vero?
- EINSTEIN: (*Pensando un po'*). Sì, ammetto. Non so che cosa dire adesso. Sembra proprio che lo spazio dev'essere lo stesso sia per la donna che per l'uomo, e quindi il pavimento dell'ascensore – almeno se l'ascensore fosse fatto di un tipo di maglia – *non* potrebbe essere curvato in realtà. (*Rallegrandosi un po'*). Ma che direbbe lei delle prove *matematiche* dei spazi curvi?
- SOCRATE: Beh, ce ne sono?
- EINSTEIN: *Personalmente* non ne conosco nessuno, ma sono sicuro che i matematici molto più esperti di me hanno già messo a punto alcune ... o almeno potrebbero farlo, se non l'hanno ancora!

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Forse. Ma potrebbero esibire questi matematici tali prove *per quanto riguarda la sua teoria?* Mi permetta ancora una volta di ricordarle che la sua è una teoria della *fisica*, non della *matematica*. Solo perché ci sono teoremi *matematici* che possono trattarsi *matematicamente* dei spazi curvi – personalmente non vedo come pure questi potrebbero essere *provati*, se vogliamo parlare della logica rigorosa come l'unico (e più severo) criterio di «prova», ma ignoreremo i miei dubbi in questo proposito per il momento – questo fatto *di per sé* non significherebbe che tali teoremi matematici sono necessariamente *applicabili alla fisica* – vale a dire, al Universo *fisico*, quello che *conosciamo* ... vero? Non dovrebbero dimostrare questi matematici, oltre i loro teoremi riguardanti lo spazio curvo, anche *l'applicabilità* di tali teoremi *alla fisica*? O, più precisamente, *lei* sa di una prova che questi teoremi matematici sono applicabili alla fisica dell'Universo *nostro* – l'Universo *conosciuto*, l'Universo *fisico*?
- EINSTEIN: Confesso che non lo so. Ma forse quei *matematici* sono in conoscenza di tali prove.
- SOCRATE: Forse. Ma nei *suoi* libri e articoli, di certo *lei* non ha fatto riferimento a una tale prova: vero?
- EINSTEIN: Ha ragione – non l'ho fatto.
- SOCRATE: Quindi, per quanto riguarda la *sua* teoria, strettamente parlando *lei stesso* non ha alcun tale prova: giusto?
- EINSTEIN: (*Un po' scoraggiato*) Ancora una volta ha ragione – non ce l'ho. In senso *stretto* non ce l'ho. (*Rallegrandosi*). Ma davvero non ho *bisogno* di una prova: non nella *scienza*. Stavo parlando col filosofo Karl Popper poco tempo fa, e mi ha convinto che nelle *scienze*, semplicemente *non* ci sono eventuali prove; c'è soltanto una *preponderanza di evidenze*. Una teoria scientifica, secondo lui, non può mai essere *verificata*, ossia dimostrata *vera*; può essere solo *falsificata*, o in altre parole, rivelata *falsa*. (Non intendo la parola «falsificata» nel senso di «finta» o «contraffatta», si capisce – solo nel senso di «il contrario di 'verificata'». Devo ammettere che la parola popperiana «falsificata» è un po' ambigua.) Finché ci sia, per qualsiasi teoria scientifica, un'abbondanza di evidenza, e assolutamente nessuna evidenza in contrario, la teoria rimane valida; ma quando sorge alcuna evidenza *contro* la teoria, viene «falsificata» – vale a dire, confutata or rifiutata. Sono del tutto in accordo con il buon filosofo Popper. Inoltre, lui è da Vienna, una città di cui approvo molto; ma sono d'accordo, prima che si alza le sue obiezioni, che questo fatto è un po' irrilevante qui. Ma i dolci là ... (*affievolendo*)
- SOCRATE: Quindi sta sostenendo ora che c'è un'abbondanza di evidenza per la sua teoria che lo spazio è curvo a causa della gravità, e nessuna contro, e così la sua teoria deve mantenersi valida fino a qualche evidenza contro di essa non saltasse fuori ... ?
- EINSTEIN: Sì, questo è *esattamente* quello che sto affermando ora.
- SOCRATE: Allora sarebbe così gentile da sottolineare *esempi di evidenze* per la sua teoria?
- EINSTEIN: Certamente. Un chiaro esempio di evidenza per la mia teoria della relatività generale è stata l'osservazione che la gravità può piegare il percorso della luce. Il mio fautore Arthur Eddington ha organizzato una spedizione all'isola di Principe nella vicinanza della costa dell'Africa occidentale durante l'eclisse totale del sole che accade il 29 maggio 1919. Posizioni di immagini stellare, nel campo visivo vicino al sole eclissato, sono state utilizzate per testare la mia previsione della flessione di luce intorno al sole secondo la mia teoria della relatività generale. Il test è stato superato a pieni voti!
- SOCRATE: Ebbene, per quanto riguarda la spedizione di Eddington, ne ho sentito qualcosa, e non sono tanto certo che costituisce una *chiara* conferma della sua teoria – infatti, non credo che avrebbe potuto chiaramente confermato o smentito la sua teoria. In primo luogo, la luce delle

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

stelle fotografate passò molto vicino al sole nel suo percorso verso le telecamere; quindi come possiamo essere *certi* che la curvatura della luce stellare non era dovuto al fatto che la regione dello spazio vicino al sole *non* è un vuoto totale – immensamente ricco com'è in quello che viene chiamato «il vento solare», che è in un certo senso «l'atmosfera» del sole? Dopo tutto, lo spazio vicino al sole non è né omogeneo né un vuoto totale, e tutti sappiamo che la luce *può* piegarsi in un mezzo *non* omogeneo: infatti, questa è la nostra migliore spiegazione per miraggi nel deserto ... non è vero? Inoltre, ho sentito sostenuto da alcune persone intelligenti che hanno recensito il lavoro di Eddington – come l'astronomo americano Charles Lane Poor, professore di astronomia alla Columbia University e «fellow» della *Royal Astronomical Society* britannica – che la maggior parte dei dati raccolti durante la spedizione di Eddington – circa il 85% di essi, in fatti – è stata arbitrariamente scartata; e peggio ancora, da una eclisse totale di durata di 410 secondi, solo 10 secondi sono stati effettivamente fotografati: fotografare il resto dell'eclisse, pari a oltre il 97% di essa, non era nemmeno *possibile*, a causa di nuvole e pioggia. Capisco per di più che il margine di errore degli strumenti utilizzati per procurarsi i dati sono stati molto più grande del livello di precisione richiesto per confermare o smentire la sua teoria. Capisco che le telecamere utilizzate nella spedizione sono accurate a solo $1/25^\circ$ di un grado – ossia, circa 144 secondi d'arco – mentre il suo pronostico era che la luce delle stelle sarebbe piegata da circa 1,75 secondi d'arco. Ciò significa che solo per quanto riguarda i dati delle telecamere, il margine di errore era più di *ottanta volte* quello che sarebbe richiesto per confermare o smentire la sua teoria ... e, infatti, la luce da diverse stelle, di conseguenza, è stata «osservata» di esser piegata in un direzione *trasversale* alla direzione prevista dalla sua teoria, e da altre ancora, piegata in una direzione *opposta* a quella prevista. (Pausa). Ma tutto questo *non importa affatto*. Non nego che le *traiettorie* possono essere piegate dalla forza di gravità, professor Einstein! Sono *d'accordo* che lo possono essere. Tutto ciò che la spedizione di Eddington avrebbe potuto confermare, anche se fosse stata condotta in maniera perfetta, è che le *traiettorie* di luce – cioè di fotoni – possono essere piegate dalla forza di gravità ... e non l'ho *mai* dubitato!

- EINSTEIN: Allora, nonostante la sua riluttanza a concordare con le evidenze raccolte da Eddington, lei è tuttavia *in accordo* con me – non è vero?
- SOCRATE: Per quanto riguarda le *traiettorie*, ovviamente lo sono. L'umanità ha conosciuto per *secoli* che le *traiettorie* dei corpi in movimento sono piegate – o, più precisamente, curve – a causa della gravità: ad esempio, tutti gli artiglieri lo sanno! In realtà, non c'è *alcuna* *traiettoria* di *alcuna* cosa che è *totalmente* rettilinea, poiché non c'è *alcun* luogo nell'intero Universo *totalmente* privo di un campo gravitazionale. È d'accordo, lei, con me in dicendo questo?
- EINSTEIN: Traiettorie di *proiettili di artiglieria* e di *palle di cannone* possono essere curvate per la gravità, sì, ma quest'è perché tali oggetti possiedono *massa*. Ma le cose *prive* di massa, come i fotoni, sono differenti!
- SOCRATE: Sta sostenendo che i fotoni *non* possiedono massa – neppure minimamente?
- EINSTEIN: Certo che lo sostengo!
- SOCRATE: Allora come si spiega il fatto che i fotoni possono *spingere* le cose – il quale è il principio alla base delle «vele luce» proiettate dalla NASA – e possono anche batter fuori gli elettroni dagli atomi, come il suo articolo stesso del 1905 sull'effetto fotoelettrico sostiene?
- EINSTEIN: I fotoni non possiedono *massa*, ma possiedono *energia*, ed è per *questo* che possono spingere le cose come le vele luce e batter fuori gli elettroni dagli atomi.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Allora, secondo la «formula più famosa del mondo» – come la designa il professor Umberto Bartocci dell'Università degli Studi di Perugia, vale a dire $E = Mc^2$, la formula che lei stesso aveva resa famosa inserendola nel suo primo articolo descrivendo la teoria della relatività – *l'energia* dei fotoni deve almeno esibire *l'effetto* di massa, non è vero?
- EINSTEIN: (*Pensando*) Ancora una volta, *touché* ... anche se, parlando a parte, devo ammettere che non sono stato io il primo a intuire sta formula. Per essere brutalmente onesto – il che posso permettermi di essere, ora che sono morto e né fama né disonore mi può toccare più – il credito è di Olinto De Pretto da Vicenza, scienziato e socio della prestigiosa *Accademia dei Lincei*. Adesso è quasi sconosciuto, ma, nel 1903 – due anni prima del mio articolo di 1905, in cui descrissi la mia teoria ristretta della relatività per la prima volta – lui pubblicò, ammetto, la formula $E = Mc^2$ in un prestigioso giornale veneto. Credito dove credito è dovuto, e tutto il resto. Ma sì, per ritornare al nostro discorso, quando i fotoni si *muovono*, esibiscono gli effetti di massa, al contrario di quando sono «a riposo» ... e a riposo semplicemente non *esistono* affatto. Così – e ancora malvolentieri – devo ammettere che i fotoni in movimento dovrebbero essere influenzati dalla forza di gravità. ... (*Fa una pausa, riflettendo*). In realtà, e a pensarci bene, questo è esattamente il motivo per cui i «buchi neri» sono *neri*, non è vero? Perché i fotoni non possono sfuggire dalla loro *gravità*. Non potrebbe essere il caso se i fotoni non fossero *attratti* dalla forza di gravità. Infatti, se la memoria mi serve, il famoso Laplace e il meno famoso Mitchell avevano indipendentemente predetto, nei ultimi anni del settecento, che la luce dovrebbe esser attratta dalla gravità – con i «buchi neri» essendo il risultato. Sì: devo ammettere che le traiettorie dei fotoni *devono* essere influenzati dalla gravità – proprio come le traiettorie dei proiettili di artiglieria, delle palle di moschetto, dei pianeti, *ecc*; e devo pure ammettere che la mia teoria *non* è requisita per dimostrare che le traiettorie dei fotoni possono essere influenzati dalla gravità. È un dato di fatto. Quindi ammetto che anche se Eddington aveva effettivamente *dimostrato* che la gravità del sole ha fatto piegare la luce, non avrebbe fornito evidenze per la *mia* teoria. Sì, ancora una volta, *touché*.
- SOCRATE: Allora, come ho detto, non c'è alcuna traiettoria di tutto ciò che si muove in una *vera* linea retta, poiché non c'è alcuna parte dell'Universo *totalmente* priva di gravità – è d'accordo, lei?
- EINSTEIN: Di certo. Questo è *esattamente* il mio punto: lo spazio è *piegato* – o, come dice lei, curvato – *ovunque* nell'Universo! *L'intero universo* giace in uno spazio piegato, ossia curvo.
- SOCRATE: Ma se posso chiedere, allora: come può dimostrare il fatto che le *traiettorie* di oggetti in movimento diventano curve in un campo gravitazionale, che *lo spazio stesso diventa* curvo in un campo gravitazionale? Il fatto che, per esempio, proiettili di artiglieria muovono in traiettorie curve quando sono sparati: come può mostrare questo semplice fatto che lo *spazio stesso* è curvo?
- EINSTEIN: Ma non stiamo parlando di *proiettili di artiglieria* – vero? Stiamo parlando di *luce*, di cui nulla può muoversi più velocemente!
- SOCRATE: Allora se posso chiedere: che cosa esattamente, *diverso* da loro velocità, è la *differenza essenziale* tra le traiettorie dei proiettili d'artiglieria e la traiettoria della luce?
- EINSTEIN: La luce è *molto* più veloce, ovviamente! È *questa* la differenza. *Migliaia di volte* più veloce. *Decine* di migliaia, addirittura *centinaia di migliaia* di volte più veloce!
- SOCRATE: Sì, certo; ma che *importa*? Non si limita questo fatto a dimostrare che la sua traiettoria è *più dritta* di quella di un proiettile di artiglieria ... ma non *assolutamente* dritta? Così come la traiettoria di un proiettile d'artiglieria in movimento rapido è *più* dritta di un proiettile che muove lentamente, ma tuttavia non è *assolutamente* dritta?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- EINSTEIN: Beh, non muove la luce sempre in linea *retta*? Infatti, come lei stesso ha sottolineato in precedenza, possiamo effettivamente utilizzare la luce per *testare la linearità* di un righello, no? Non potremmo farlo se la luce *non* muovesse in linea retta – vero?
- SOCRATE: Credo che possiamo farlo solo per scopi *pratici*, perché la luce è così *leggermente* piegata dalla forza di gravità terrestre che potrebbe *non* essere piegata per scopi pratici: la differenza è troppo piccola da misurare.
- EINSTEIN: Precisamente. Questo è precisamente quello che dico anch'io!
- SOCRATE: Ma sta sostenendo che la luce muove in linea retta *assoluta*? Non è questo l'esatto *contrario* di ciò che si rivendicava in precedenza – che i percorsi della luce sono *curvi* per causa della gravità? E non è la gravità *onnipresente* nell'Universo – in alcuni punti più debolmente ed in alcuni altri più fortemente, ma non è mai del tutto *inesistente*?
- EINSTEIN: Sì, certo – ma allora?
- SOCRATE: Beh, non ha detto in precedenza che la luce si muove in una traiettoria *curva* in un campo gravitazionale?
- EINSTEIN: Sì, ma questa traiettoria curva è diritta.
- SOCRATE: *Scusi?* Ha appena detto che una traiettoria curva è diritta? Devo comprendere, in altre parole, che secondo lei, una traiettoria curva *non* è una traiettoria curva? Non è questa una autocontraddizione?
- EINSTEIN: Traiettorie curve *possono* essere diritte. Vorrei cercare di spiegarmi con un'analogia. Consideriamo una sfera. Tutte le linee sulla superficie della sfera sarebbero *curve*, vero? Ma potrebbero anche essere *diritte*: se per «linea diritta» si intende «la distanza più breve tra due punti». Se si sceglie qualsiasi due punti sulla superficie di una sfera, *la linea più breve che li collega* sarebbe un «grande cerchio» lungo la superficie della sfera: non è vero?
- SOCRATE: Ma sicuramente quelle linee sono *curve*: infatti, la definizione stessa di esse, «grandi cerchi», implica molto *chiaramente* che sono curve – no?
- EINSTEIN: *Certo* che lo sono. Sono curve e dritte!
- SOCRATE: Questa frase davvero sembra come tratta proprio dal libro *Alice nel Paese delle Meraviglie*. Se fosse veramente così, che cosa potrebbe essere la differenza tra *queste* linee, che secondo lei sono «curve e dritte», e linee *davvero* dritte che collegano due punti qualsiasi sulla superficie della sfera, ma passando *attraverso* la sfera: linee che *non* sono curve?
- EINSTEIN: Beh, se immaginassimo la sfera essendo *solida*, allora tali linee *non* potevano passare attraverso la sfera: vero? Quindi tali linee non potrebbero nemmeno *esistere*. Non nell'Universo *reale*!
- SOCRATE: Sono d'accordo con questa tesi quando si tratta di linee *reali* – e ancora una volta, accettiamo la parola «*reale*» per significare «*fisicale*» in questo contesto, almeno per amor di discussione, anche se non tutti i filosofi sono d'accordo con una tale definizione – ma dal momento che stiamo *immaginando* la sfera solida, non potevano passare tali rette *immaginarie* attraverso una tale sfera *immaginaria*?
- EINSTEIN: Va bene, parliamo di sfere *reali*, allora. Dopo tutto, stiamo parlando di *realtà* nella mia teoria, non è vero?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Certo. Ma *esistono* delle linee e sfere *reali* nel mondo reale – o, in altre parole, nel mondo *fisico* ... a prescindere dalla questione se il mondo fisico è reale, o invece è solo apparente (dato che alcuni filosofi empiristi sfidano tutti gli altri filosofi in proposito)?
- EINSTEIN: Naturalmente *esistono* sfere reali nel mondo reale! Si consideri una palla da biliardo, o un cuscinetto a sfera – o anche un pianeta!
- SOCRATE: Ma non sono tutti questi, in realtà, solo *approssimazioni* a sfere, e non *vere* sfere perfette? Se osservati da molto vicino, non hanno tutti delle *irregolarità* che li rendono incapaci di essere sfere *vere*? E per quanto riguarda le linee, se si definisce una «linea» come un'entità avente *una sola* dimensione, beh, allora, *esiste* qualcosa del simile affatto nel mondo fisico?
- EINSTEIN: (*Pensando*). No, ha ragione; non esistono cose come *perfette* sfere e *rette unidimensionali* nel mondo *fisico*; ma stavamo parlando di *traiettorie*. Sicuramente si ammette che *coloro* possono esistere nel mondo reale – ossia, nel mondo fisico?
- SOCRATE: Sì, certo. Ma allora, una traiettoria *curva* non può essere *veramente* dritta: vero? Perché se consideriamo una traiettoria curva tra due punti qualsiasi, allora possiamo sempre trovare una distanza tra i due punti *più corta* della traiettoria stessa: sì? Dopo tutto, una traiettoria esiste in uno spazio *vuoto*, o almeno in uno spazio riempito con un mezzo attraverso cui le cose possono *muoversi*: non in uno spazio *solido* attraverso il quale le cose *non* possono muoversi, e in cui le cose come linee *non* possono essere localizzati.
- EINSTEIN: (*Pensando a lungo*). Sì – ha ragione, Socrate. Ha ragione.
- SOCRATE: Quindi lei è d'accordo che una traiettoria curva *non* può essere *veramente* dritta?
- EINSTEIN: *Forse*. Non sto capitolando, si badi bene; solo che non riesco a intuire una confutazione al suo argomento *in questo momento*. Ma io continuerò a meditarci, prometto che lo farò!
- SOCRATE: Infatti, mio caro Professor Einstein; sono sicuro di ciò. Ma *per il momento almeno*, non si deve ammettere che una traiettoria curva *non* può essere dritta?
- EINSTEIN: (*A malincuore*) Sì. Ma solo *per il momento*, si badi bene!
- SOCRATE: Quindi è d'accordo che l'esistenza di una *traiettoria curva* – anche se si parla della traiettoria della luce stessa – non fornisce assolutamente *nessuna* evidenza dello *spazio curvo*? Almeno per adesso? Se posso ricordarle, lei è sotto giuramento! (*Sorride*).
- EINSTEIN: (*Ancora più a malincuore*) Non so che cosa dire. (*Sospira*). Sì, suppongo di sì. *Per adesso*.
- SOCRATE: E a parte delle *traiettorie* curve, lei sa di qualsiasi *altra cosa* che fornisce evidenza per la sua affermazione che lo spazio può essere piegato o curvo?
- EINSTEIN: No, confesso che non ne so. Il problema, vede, è che l'effetto è troppo debole per rilevare in campi gravitazionali tenui come quello della terra; e non abbiamo la tecnologia per portare grandi oggetti rigidi, come barre perfettamente diritte, abbastanza vicini ai campi gravitazionali fortissimi – come quello del sole, o di un buco nero – e abbastanza profondamente *in* quei campi per misurare la curvatura di tali barre: in modo di controllare che le barre si curvano *soltanto* a causa dello spazio essendo curvato da quei campi, e *nient'altro*. (*Rallegrandosi*). Ma non vedo nemmeno alcuna evidenza che lo spazio *non* può essere curvato. Così vorrei affermare che la mia teoria non sta *rifiutata* – che non è effettivamente *falsificata*! Almeno, non *ancora*. Quindi la mia teoria si mantiene ancora!

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Beh, è piuttosto difficile fornire una prova negativa: «l'assenza di prove non è prova di assenza», e tutto il resto! Ma forse non è del tutto *impossibile*. Tuttavia, penso che parleremmo a scopi diversi se non fossimo d'accordo in anticipo di un *criterio di confutazione* – o «falsificazione» – della sua teoria. Potrebbe enunciare un tale criterio?
- EINSTEIN: (*Pensando duro e lungo*). Beh, direi che la mia teoria sarebbe confutata se fosse possibile fornire una prova di qualcosa in un campo gravitazionale che *non* è curvo. ... No, aspetta: qualcosa che è curvo in *assenza* di un campo gravitazionale potrebbe essere *dritto* in *presenza* di un tal campo. Quindi no: cancella questo. Tenterò di nuovo. (*Dopo una pausa*). La mia teoria sarebbe smentita se fosse possibile fornire una prova di qualcosa – pure una entità meramente *immaginaria* o *teorica* – che *non* è curva in *assenza* di un campo gravitazionale, che *non* sarebbe curva nemmeno in *presenza* di un tal campo: così che una tal cosa *rimarrebbe perfettamente dritta* in assenza e in presenza dei campi gravitazionali.
- SOCRATE: Lei accetterebbe che il «qualcosa» di cui si parla potrebbe essere un'entità meramente *teorica* o *immaginaria*, come una linea retta geometrica? Dal momento che, naturalmente, semplicemente *non c'è* alcun modo, dato il nostro stato attuale della tecnologia, per mettere il suo reclamo alla prova *sperimentalmente*?
- EINSTEIN: Sì. Sono d'accordo.
- SOCRATE: Perché, come ha appena notato lei stesso, non *abbiamo* la tecnologia per eseguire test *fisicali* della sua teoria, almeno non *ancora* – vale a dire, i test *sperimentali* per confermare o smentire la sua teoria semplicemente *non possono essere eseguiti*? Almeno, come lei ha detto, non con la nostra tecnologia *attuale*.
- EINSTEIN: Sì, questo è precisamente quel che ho detto. Allora si deve ammettere che la mia teoria si mantiene valida ancora ... giusto?
- SOCRATE: Beh, penso che potrebbe essere più appropriato chiamarla un'ipotesi piuttosto che una teoria, poiché non c'è, per la sua stessa ammissione, nessuna evidenza *fisica* a favore o contro di essa; e da tutte le nostre discussioni finora, credo che si deve ammettere che tutti gli argomenti attraverso lo *sperimento-pensiero* che potrebbero essere enunciati a favore di essa fino ad ora sembrano essere – diciamo – meno di ferrei: lei ha risposto a *tutte* le mie controdeduzioni mantenendo che non può prevedere eventuali confutazioni *ancora*, e con la promessa di enunciare alcune contestazioni soltanto nel futuro. (*Pausa*). Ma che cosa succederebbe se potessi evidenziare una contraddizione *logica* all'interno della sua teoria? Sarebbe disposto a ammettere che la sua teoria sarebbe rovesciata da una simile prova – da un «Falsificatore Logico Potenziale», o «FLOP», per esprimerla in un termine coniato dal filosofo cartesiano Rocco Vittorio Macrì e supportato dal suo buon amico, Prof. Umberto Bartocci dell'Università degli Studi di Perugia?
- EINSTEIN: (*Pensando un po'*) Eccellente termine! In inglese, la parola «flop» significa «fiasco».
- SOCRATE: Infatti. Comunque, questi eruditi essendo italiani, la loro espressione originale è, come ho detto, «Falsificatore Logico Potenziale» – quindi «FLOP».
- EINSTEIN: Ah, l'Italia! Paese incantevole. Certo lei sa che da giovane dimorai con la mia famiglia a Milano, e poi a Pavia. È stato durante il mio soggiorno in Italia che avevo scritto un breve saggio intitolato «Sulla indagine dello stato dell'etere in un campo magnetico.» Ma la scolarizzazione lì era orribile. Ho odiato i metodi irreggimentati d'insegnamento della mia scuola; credo che lo spirito di apprendimento e creatività venisse distrutto da un rigoroso apprendimento meccanico. Intendiamoci, ho ricevuto lo stesso tipo di insegnamento atroce più tardi in Germania, quando la mia famiglia si trasferì a Monaco di Baviera.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

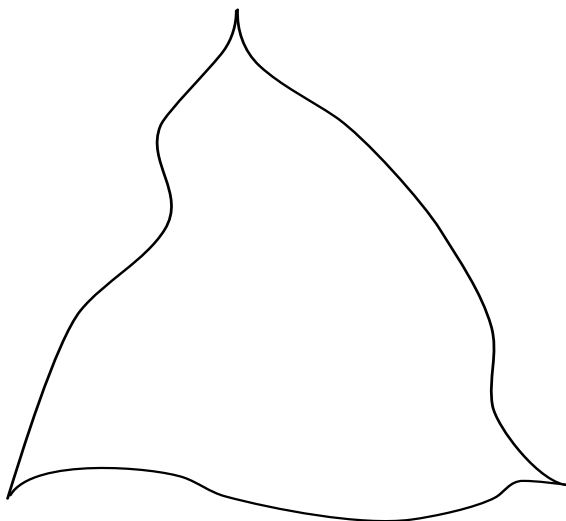
A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Ha piena ragione: una tale scolarizzazione è un abominio, e dovrebbe essere vietato per legge. Ma per ritornare al nostro discorso: vuol ammettere che se un «Falsificatore Logico Potenziale» o «FLOP» – per esempio, una contraddizione, o qualsiasi altro difetto logico o fallacia – si rilevasse nella sua teoria, la teoria crollerebbe completamente?
- EINSTEIN: Sì – a condizione che sia un *autentico* difetto logico, e non semplicemente *apparente*!
- SOCRATE: Possiamo anche concordare su un criterio per *rilevare se il difetto è autentico o no*?
- EINSTEIN: Sì. Se posso proporre il criterio seguente: un difetto o errore logico sarebbe autentico se la sua natura apparente *non* potesse essere sottolineato. Sarebbe soddisfacente un tale criterio? Parto dal presupposto che lo sarebbe.
- SOCRATE: Sì, certamente. Infatti, non posso progettare nessun criterio di meglio ... almeno nella *pratica*. Quindi dobbiamo convenire che un difetto o errore logico nella sua teoria la dimostrerebbe decisamente falsa? Pensaci molto attentamente adesso, perché non vorrei che faccia marcia indietro se trovassi cosa del genere.
- EINSTEIN: (*Pensando molto attentamente e molto a lungo*). Sì, va bene: Sono d'accordo.
- SOCRATE: Stringiamo le mani sul accordo?
- EINSTEIN: Sì. (*Stringono le mani*).
- SOCRATE: Possiamo anche essere d'accordo su alcune *definizioni*?
- EINSTEIN: Certo.
- SOCRATE: Siamo d'accordo, quindi, che le linee rette *non* possono essere curve?
- EINSTEIN: Perché?
- SOCRATE: Ebbene, che senso ci sarebbe nel dire di una linea che è curva, quando *ogni* linea è curva?
- EINSTEIN: Perché non potrebbero essere diverse linee curvate in *diversi gradi*?
- SOCRATE: Certo che lo possono essere; ma allora sarebbe d'accordo che una linea che *non* è curvata in *qualsiasi* grado, è in realtà *dritta*: sì?
- EINSTEIN: Sì, sarei d'accordo – se una tale linea *esistesse*. Ma cosa succederebbe se *non* esistesse?
- SOCRATE: Beh, dobbiamo ancora *dimostrare* che non esista, e infatti che non *possa* esistere – vero?
- EINSTEIN: Sì, infatti; ma non credo che sarebbe troppo difficile per me dimostrarlo.
- SOCRATE: Vedremo. Ma cerchiamo di finire a giungere ai nostri accordi, prima di arrivare a una tale dimostrazione?
- EINSTEIN: Certo.
- SOCRATE: Siamo anche d'accordo che delle figure geometriche come «triangoli», «quadri», «rettangoli», «cerchi», *ecc* non possono esistere in assenza totale di linee rette?
- EINSTEIN: Scusi?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

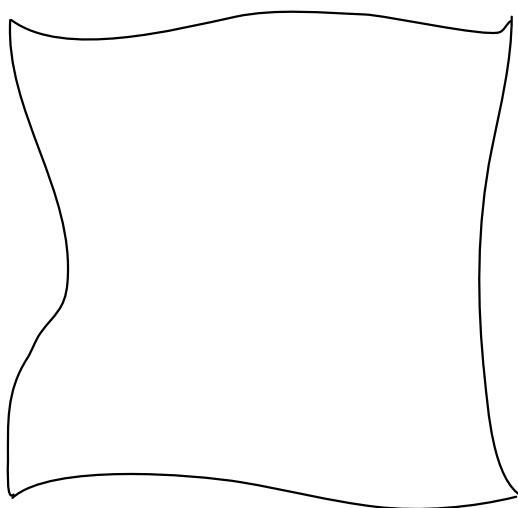
A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

SOCRATE: Beh, in parole diverse: una figura a tre lati in possesso di tre angoli, ma i cui lati *non* sono dritti, non può essere legittimamente chiamato un «triangolo»: vero? Ad esempio, una figura come questa (*disegna nella sabbia con un bastone*) non può essere legittimamente definito un «triangolo», vero?



EINSTEIN: Certo che no. Sarebbe assurdo chiamare una tale figura un «triangolo».

SOCRATE: E allo stesso modo, una figura a *quattro* lati come questo (*disegna nuovamente nella sabbia*) non può legittimamente essere designato un «quadrato», e neppure un «rettangolo» – d'accordo?

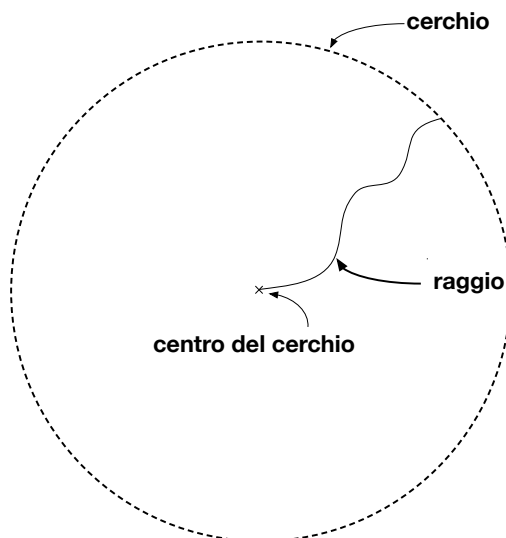


EINSTEIN: Ancora una volta sono pienamente d'accordo.

SOCRATE: E non dev'essere il raggio d'un cerchio assolutamente *dritto*? Ha alcun senso chiamare una linea come questa (*disegna di nuovo nella sabbia*), il «raggio» di un cerchio?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»



EINSTEIN: No, ha ragione; non ha alcun senso di definire un «raggio» così.

SOCRATE: Infatti, la circonferenza di un cerchio deve essere *equidistante* dal suo centro, no? E la distanza dovrebbe essere misurata sempre con aste di misurazione *dritte*, no?

EINSTEIN: Certo. La definizione stessa di un «circolo» è «una linea equidistante da un unico punto».

SOCRATE: Quindi *nessuna* delle figure della geometria potrebbero esistere se le *rette* non esistessero: non è d'accordo?

EINSTEIN: Sì, certo. Comunque, sta parlando di figure della geometria *euclidea*. Ma la geometria che propongo nelle mie teorie è *non-euclidea*, e anzi nella teoria della relatività *generale* sto proponendo una geometria dello spazio *curvo*, quindi tutto quel che ha detto *non importa!*

SOCRATE: Sì, tentiamo di discutere questo punto. Sarebbe d'accordo se noi due tentassimo a costruire una geometria degli spazi curvi «partendo dallo zero», per così dire, in modo da permetterci di analizzare a fondo le sue proprietà, e se potrebbe applicarsi all'Universo *fisico*?

EINSTEIN: Certo, mi piacerebbe molto fare un tal tentativo. Non so se potremo avere *successo*, si badi bene, ma sono pienamente disposto a fare un tal *tentativo*.

SOCRATE: Beh, è d'accordo che l'elemento più semplice di uno spazio curvo è una linea curva?

EINSTEIN: No; l'elemento più semplice di uno spazio curvo – come di qualsiasi spazio – è un *punto*, a mio parere.

SOCRATE: Sì. Vero. Spiacente: avevo parlato male. Mi permetta di riformulare. Non è l'elemento *curvo* più semplice di uno spazio curvo, una *linea curva*?

EINSTEIN: Sì, penso che possiamo tranquillamente dire che lo è.

SOCRATE: Bene, allora. Non si accetterebbe inoltre che, anche se una *retta* può esistere in una sola dimensione, una *linea curva* richiede almeno *due* dimensioni?

EINSTEIN: Scusi? Non ho capito.

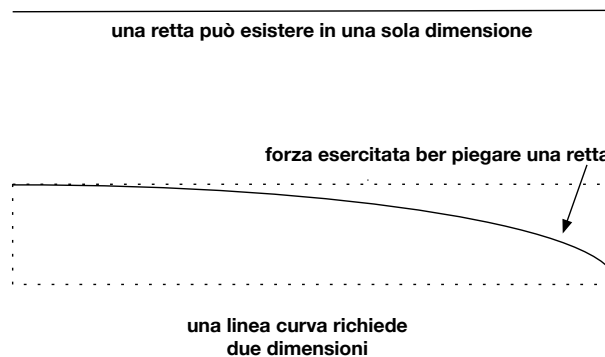
EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

SOCRATE: Beh, esprimiamolo nel seguente modo. Sarebbe d'accordo che, al fine di trasformare una retta in una curva, deve essere piegata – o curvata – in *un angolo* a se stessa? O in altre parole, piegata in una direzione che *non* è la direzione della retta originale stessa?

EINSTEIN: (*Pensando*). Sì ... penso di sì. Posso, in ogni caso, immaginare un filo dritto nelle mie mani, e se voglio piegarlo, devo esercitare una forza su di esso in qualche *angolo* diverso dalla propria direzione. E posso immaginare il filo diventando progressivamente sempre più sottile, in modo che si avvicina lo stato di una vera linea geometrica, cioè qualcosa che non ha spessore a tutti ... (*Pensiero a lungo*) Sì, quando mi immagino tutto questo, vedo che quello che reclama dev'essere vero.

SOCRATE: Quindi ammette che una linea *retta* può esistere in *una* sola dimensione, ma una linea *piegata* richiede almeno *due* – perché questa direzione, in cui si deve «esercitare una forza», per così dire, a piegare la retta, *non* è la stessa direzione della retta originale ... o forse non mi faccio capire? Quello che voglio dire è, che per una linea curva, abbiamo bisogno di due dimensioni, com'è illustrata da questa figura, no? (*disegna nella sabbia di nuovo*):

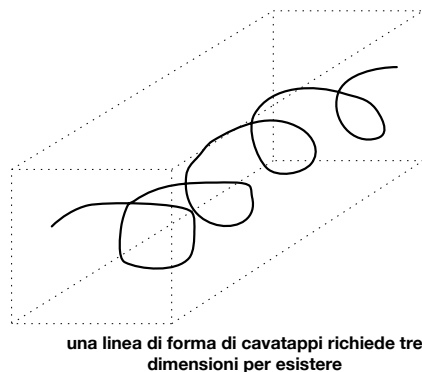


EINSTEIN: Sì. Sono d'accordo. E sì, si sta facendo capire ampiamente, grazie.

SOCRATE: Quindi, per ricapitolare: una linea *retta* può esistere in *una* sola dimensione, ma per l'esistenza di una linea *curva*, dovrebbero esistere almeno *due* dimensioni?

EINSTEIN: (*Ripensandoci*) Sì, posso vedere come questa sarebbe una necessità.

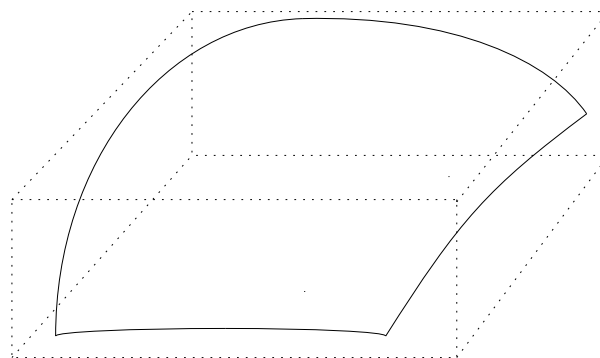
SOCRATE: Infatti, è d'accordo che, per l'esistenza di una linea curva nella forma approssimativa di, diciamo, un cavatappi, uno spazio di almeno *tre* dimensioni dev'essere? Che una linea a forma di cavatappi *non può esistere* in uno spazio che possiede *una* sola dimensione – una sola dimensione che sarebbe definito, infatti, da una linea *retta*? (*Disegna nella sabbia*):



EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- EINSTEIN: Sì. (*Concentrando di nuovo nella mente*). Sì, vedo come questo dovrebbe essere il caso. Concordato.
- SOCRATE: Bene. Ora, per estendere questo ragionamento: se spostassimo una linea curva in un angolo a se stessa, descriveremmo una superficie *curva*, vero?
- EINSTEIN: Sì, davvero.
- SOCRATE: Ma una tale superficie curva deve esistere in almeno *tre* dimensioni – giusto?
- EINSTEIN: Ora non le capisco più.
- SOCRATE: Ebbene, consideriamo la superficie di una sfera, o di un ovoide: quest'ultimo essendo un oggetto a forma di uovo – ma di certo, lei già lo sa. Una tale superficie è *curva*, vero?
- EINSTEIN: Sì, in effetti lo è!
- SOCRATE: Ma la *superficie* di una sfera non potrebbe esistere se la *sfera stessa* non esistesse: giusto? E allo stesso modo, la *superficie* di un ovoide non potrebbe esistere se *l'ovoide stesso* non esistesse. Giusto?
- EINSTEIN: Molto evidentemente!
- SOCRATE: E una sfera o un ovoide non potrebbe esistere soltanto in *due* dimensioni: giusto?
- EINSTEIN: No, certo che non può. Ne richiede tre.
- SOCRATE: E non lo potrebbe né una *parte* di una sfera, né parte di una ovoide, o infatti *qualsiasi* superficie curva: giusto? Come questa superficie curva (*disegna*): una tale superficie richiede *tre* dimensioni per esistere, giusto?



una superficie curva richiede tre dimensioni per esistere

- EINSTEIN: Giusto.
- SOCRATE: Ora non vediamo una tendenza in sviluppo qui?
- EINSTEIN: *Eh?*

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Per una *linea* curva di esistere, abbiamo bisogno di almeno *due* dimensioni; e per una *superficie* curva di esistere, abbiamone bisogno di *tre*; allora, di quante dimensioni avremmo bisogno per un *volume* curvo di esistere? Non avremmo bisogno di almeno *quattro*?
- EINSTEIN: Perché?
- SOCRATE: Ebbene, può spiegarmi come un *volume* curvo può esistere in solo tre dimensioni?
- EINSTEIN: (*Pensiero duro*) Non lo posso. (*Illuminandosi*) Ma non riesco a spiegare come può esistere in *quattro* dimensioni nemmeno! In realtà, non riesco nemmeno a *immaginare* quattro – o più – dimensioni, anche se i matematici mi assicurano – piuttosto veementemente – che esistono.
- SOCRATE: Ma sostengono questi matematici che esistono *realmente* oggetti quadridimensionali in un senso *fisico* – vale a dire, nell'Universo *fisico*? Ad esempio, possono effettivamente dimostrare – vale a dire, possono in realtà *mostrarci* – un oggetto *fisico* quadridimensionale?
- EINSTEIN: Beh, certo; affermano che un *tesseracto* – un analogo quadridimensionale di un cubo – ha una rappresentazione tridimensionale che si presenta come un cubo all'interno di un cubo con raggi che collegano gli angoli dei due cubi insieme. È tutto lì sul *Wikipedia*.
- SOCRATE: Infatti lo è; ma ha lei – o chiunque altro – mai *osservato* un oggetto fisico quadridimensionale come un *tesseracto fisico*, e non semplicemente una *rappresentazione tridimensionale* di esso?
- EINSTEIN: No, confesso che non ho mai osservato una tale cosa; e non riesco a pensare a nessun altro che l'abbia mai osservato nemmeno. Forse non è nemmeno *possibile* osservare un tal oggetto. Tuttavia, matematici molto esperti in materia mi assicurano che, secondo la mia teoria, il nostro intero *Universo* è un oggetto quadridimensionale ... e possiamo vederlo!
- SOCRATE: Ma possiamo davvero *testare* se l'Universo è ciò che sostengono questi matematici? O, almeno, si può concepire una *prova sperimentale infallibile* per *verificare definitivamente* quel che sostengono – che l'Universo è un oggetto quadridimensionale?
- EINSTEIN: (*Pensando*) No, ammetto che non posso concepire un tale test – almeno non io.
- SOCRATE: E lei stesso non ha nemmeno alcun *argomento* per sostenere una tale affermazione: vero?
- EINSTEIN: Beh, se immaginassimo un ascensore in fase di accelerazione verso l'alto a un «g» ... ah, lascia cadere. No, non ho alcun argomento del genere; non più. Ha scoperto lacune in tutte le mie argomentazioni precedenti al riguardo: lacune a cui non posso enunciare confutazioni ancora. Non *ancora*, si badi bene!
- SOCRATE: Quindi ammette che almeno allo stato *attuale*, non abbiamo assolutamente *nessuna* evidenza *fisicale* che oggetti quadridimensionali possono esistere nel nell'Universo *fisico*? E per di più, non abbiamo modo di condurre alcun test *sperimentale* che confermerebbe *senza possibilità di errore* che l'Universo stesso è un «oggetto quadridimensionale»?
- EINSTEIN: Io – malvolentieri – devo ammettere tutto ciò.
- SOCRATE: E ammette anche che qualsiasi affermazione che *non* è verificabile sperimentalmente non può essere *scientifica*: non è vero?
- EINSTEIN: Ancora una volta, sì: lo ammetto.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Quindi si dovrebbe ammettere che ogni rivendicazione in *assenza totale* di qualsiasi evidenza – e una rivendicazione, del resto, che non è nemmeno *verificabile* sperimentalmente – non dev'essere data alcun credito dal punto di vista *scientifico*?
- EINSTEIN: Vero. Ma che direbbe lei delle dimostrazioni *matematiche* di quattro – o più – dimensioni, e di spazi tridimensionali curvi, e così via?
- SOCRATE: Posso ammettere che potrebbero esistere *formule matematiche* a tale riguardo, e che esse potrebbero essere auto-consistente – vuol dire, non contenendo *contraddizioni interne*; ma visto che *qui* stiamo parlando di una teoria della *fisica*, beh, allora, in assenza di prove *fisiche* per tali enti matematici, come possiamo davvero accettare tali entità come parte della *fisica* – o addirittura, di una *qualsiasi delle scienze*?
- EINSTEIN: Nel modo in cui ha espresso questo, confesso che è difficile per me giustificare la loro accettazione nella fisica. Tuttavia le sfido a spiegare come la mia teoria della relatività può essere *falsa*, dato il fatto osservabile che ha milioni di conferme sperimentali ogni anno ... ?
- SOCRATE: Beh, non vorrei in questa discussione dibattere della *intera* teoria della relatività, si capisce; solo il suo esperimento mentale del «ascensore», e la nozione dello «spazio tridimensionale curvo», che lei pretende di sostenere. Non sono sicuro che *questa* parte della sua teoria della relatività ha «milioni di conferme ogni anno» – anzi, dubito che abbia *alcuna* conferma sperimentale affatto, dato che dubito che uno spazio tridimensionale curvo è mai stato effettivamente osservato ... o infatti, anche *dedotto* in maniera logica e infallibile da osservazioni fisicali di presunti oggetti «curvi» tridimensionali. Ma anche se tali oggetti stessero osservati, per lo stesso lei capisce, mi auguro, che tali osservazioni o deduzioni non equivarrebbero a una conferma della *verità* o *correttezza* della sua teoria ... ?
- EINSTEIN: *Perché* no, in nome del cielo?
- SOCRATE: Beh, come il filosofo Macrì sottolinea, sarebbe il risultato di un semplice errore logico. Tuttavia l'errore è molto comune: infatti, anche Galileo l'ha fatto. Il Prof. Owen Gingerich, professore emerito di astronomia e storia della scienza all'Università di Harvard, lo descrive in un articolo intitolato «Il caso Galileo» nel giornale «Le Scienze». Galileo ha sostenuto che il sistema planetario è eliocentrico utilizzando il seguente ragionamento fallace: (1) Se il sistema planetario fosse eliocentrico, Venere presenterebbe fasi; (2) Venere presenta fasi; (3) Quindi il sistema planetario è eliocentrico. Si tratta di un semplice errore logico: tanto semplice che pure la logica medioevale fu in grado di discernerlo. È un esempio di una forma errata di *modus ponens*: [se *p* fosse vero, allora *q* sarebbe vero] *implica che* [*q* è vero, quindi *p* è vero]. Come sottolinea Macrì, non c'è niente di più sbagliato! La *corretta* forma di ragionamento in questo proposito, chiamato in termini medioevali *modus tollens*, si enuncia così: [se *p* fosse vero, allora *q* sarebbe vero] *implica che* [*non q* è vero, quindi *non p* è vero] ... o, in modo un po' meno formale, [se *p* fosse vero, allora *q* sarebbe vero] *implica che* [*q* non è vero, quindi *p* non è vero]. O, per dirla in termini ancora più semplici, come il nostro buon amico Karl Popper ci ha spiegato, la *verità* di una teoria non può mai essere stabilita dalle osservazioni, ma solo la sua *falsità*. Ad esempio, come Popper accenna, nessun numero di osservazioni può confermare la *verità* di una generalizzazione universale, come «tutti i cigni sono bianchi»; e tuttavia sarebbe possibile *confutare* o *smentire* – di «falsificare», in suo termine – questa generalizzazione se anche *un solo* cigno non-bianco venisse osservato.
- EINSTEIN: Sì, Popper ed io hanno avuto una lunga conversazione su questo argomento. Mi piace il tizio; è da Vienna (*i dolci lì sono incredibili!* ... *Ha mai assaggiato la «Sachertorte» all'Hotel Sacher? Creata per il Principe Metternich stesso, non meno. La più famosa torta al mondo*

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

dal 1832. La ricetta originale rimane un segreto ben custodito del hotel. Perdonami per sbavando). E sì, sono d'accordo per quanto riguarda l'argomento di Popper.

SOCRATE: Quindi lei è d'accordo che pure una teoria totalmente *falsa*, e anche una *non scientifica*, può essere in grado di fornire previsioni accurate, e di essere confermata milioni di volte?

EINSTEIN: Sì, penso di sì – anche se sembra assolutamente contrario al senso comune. Ma è davvero difficile capire ...

SOCRATE: Ebbene, consideriamo i Maya. I loro calcoli astronomici, incredibilmente accurati e matematicamente sofisticati, sono stati immersi nella religione e presagi, i loro sacerdoti discernendo la volontà stessa degli dèi dietro le occorrenze di fenomeni astronomici. Le *teorie* alla base di queste previsioni incredibilmente accurate non erano migliori di astrologia – vale a dire, erano assolutamente *non scientifiche*; eppure le loro previsioni erano altamente *accurate*.

EINSTEIN: Quando si spiega così, sì, capisco. Le teorie che sono completamente «*bunkum*», come li chiamano gli americani – ossia, assurdi – possono tuttavia essere predittivi: anzi, *altamente* predittivi. Anche se sembra assolutamente pazzesco dirlo, è comunque del tutto vero.

SOCRATE: Mio punto esattamente. Quindi la sua teoria dello spazio curvo tridimensionale è, per quanto posso dire, *assolutamente non scientifica* – dal momento che, per la sua stessa ammissione, non c'è alcuna evidenza per essa, e, inoltre, non può nemmeno essere testata; lei ammette? Così, il fatto che la sua teoria fornisce previsioni accurate non può aver alcuna incidenza sulla sua *scientificità* o *verità* – non più di quanto le teorie astrologiche dei Maya potevano fornire previsioni molto accurate!

EINSTEIN: A maggior malincuore devo essere d'accordo con lei. A *maggior* malincuore. Logicamente non ho confutazione. (*Pausa lunga*). Eppure sostengo ancora che lei non ha ancora *smentito* – ossia, quel che Popper chiamerebbe «falsificato» – la mia teoria.

SOCRATE: Ammetto che non l'ho fatto *ancora*. Ma vogliamo continuare? Riconosco che sta diventando una conversazione lunghissima, ma per la mia parte, sono disposto a continuare, se lo è lei.

EINSTEIN: Certo che sono disposto. Come ho detto su di me, «Non è che sono intelligente, è solo che rimango con problemi più a lungo». E, mio caro Socrate, sembra di far lo stesso anche lei!

SOCRATE: Sì, non sono troppo intelligente nemmeno io. Anzi, penso di essere una delle persone più stupide viventi – o più correttamente, viventi o morti! Credo che i libri umoristici intitolati «*Xxxx per Negati*» sono stati scritti solo per me.

EINSTEIN: (*Sorridendo*) Beh, allora siamo in due.

SOCRATE: «Scemo & più scemo», eh?

EINSTEIN: Sì! (*Pugno urto*). Ma non specificheremo chi è chi – voglio dire, non specificheremo chi di noi è lo «scemo» e chi il «più scemo». Lasciamo la decisione fino ai posteri!

SOCRATE: (*Ridendo*) Sì, facciamolo! Ma per ritornare al nostro discorso: è d'accordo che in ogni punto su una linea curva ci dev'essere una *tangente*? O almeno la *possibilità* di una tangente?

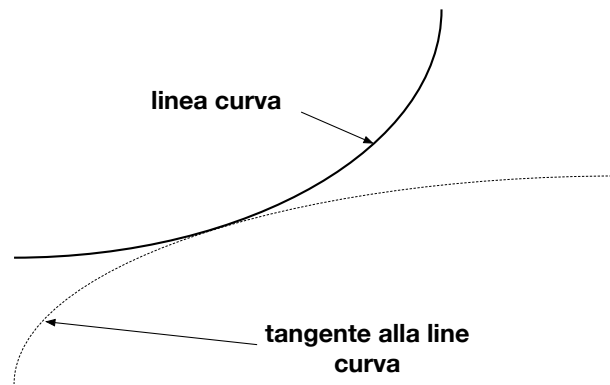
EINSTEIN: Sì, credo di poter accettare quest'idea ... (*pensando*) *ehm* Sì.

SOCRATE: E che ogni tangente dev'essere *per forza* una linea *retta*?

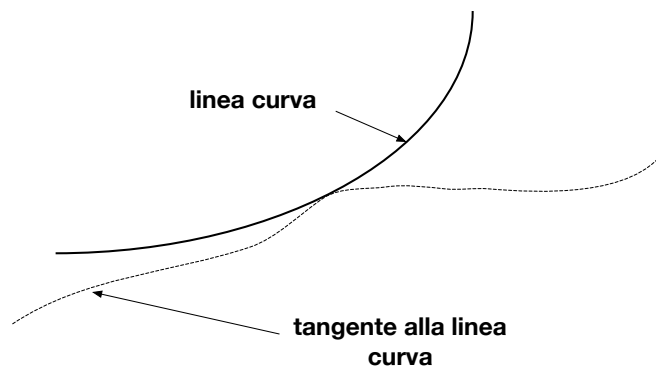
EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- EINSTEIN: Non *necessariamente*. Com'è chiaro, «tangente» significa semplicemente «toccare». O più precisamente, la tangente a una curva in un dato punto è la linea che «appena tocchi» la curva in quello singolo punto. Nulla è detto sulla necessità di una tale linea di essere *dritta!*
- SOCRATE: Non è *detto*, ammetto – almeno non *sempre*; tuttavia, a volte è effettivamente detto – si vede il *Wikipedia* in proposito. Ed in ogni caso, anche quando non è detto *esplicitamente*, non è almeno pesantemente *implicito* che una tangente deve sempre essere una linea retta?
- EINSTEIN: «*Pesantemente*» implicito?
- SOCRATE: Ebbene, *fortemente* implicito, allora. Ma «pesantemente implicito» è un neologismo in uso dai giovani italiani d'oggi, tradotto letteralmente dal termine americano «*heavily implied*».
- EINSTEIN: Come è implicito affatto?
- SOCRATE: Beh, non è implicito in tutti i *disegni* che illustrano il concetto di «tangente»? Ha mai visto il concetto di «tangente» illustrato in questo modo? (*disegna nella sabbia*):



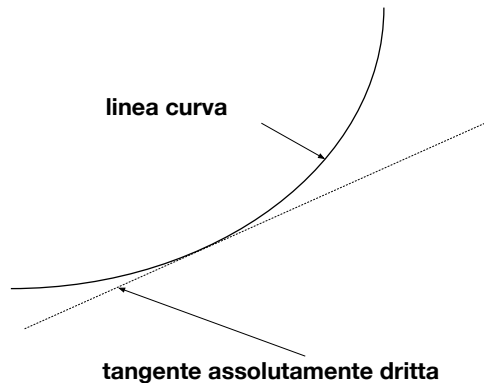
- EINSTEIN: Beh ... no, confesso che non l'ho mai visto così illustrato.
- SOCRATE: O così? (*disegna di nuovo nella sabbia*):



- EINSTEIN: No. No, non l'ho fatto. Va bene. Sono d'accordo; ha ragione.
- SOCRATE: Infatti, non sono tangenti sempre illustrate così (*disegna nella sabbia di nuovo*) ... il che implica che le tangenti devono tutte essere *dritte*?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»



EINSTEIN: Sì. Sono d'accordo.

SOCRATE: E siamo inoltre d'accordo che, ad una linea assolutamente *retta* non c'è *alcuna* tangente, e non può mai esserci una nemmeno? *Mai*? Perché anche se ipotizziamo che esistesse, «toccherebbe» la retta in *tutta* la lunghezza di quest'ultima, e non solo in un unico punto ... e quindi *non sarebbe* una tangente affatto?

EINSTEIN: (*Dopo averci pensato a lungo*) Sì, siamo d'accordo. Ad una linea *assolutamente retta* non ci può essere alcuna tangente. *Mai*. È vero.

SOCRATE: Quindi non è possibile per una tangente di essere tutt'altro *che* una linea *veramente* retta ... sarebbe d'accordo?

EINSTEIN: Va bene; sarei d'accordo con questo ragionamento. Ma cosa succederebbe se i *matematici* potessero dimostrare che le tangenti *non* devono essere linee rette?

SOCRATE: Beh, avrei due argomenti contrari a questo proposito. Il primo argomento è che anche se alcuni matematici hanno una tale prova, essa *di per sé* non sarebbe sufficiente a dimostrare che la loro prova *si può applicare al Universo fisico*. Non dovrebbero aver bisogno di *un'altra* prova – o per lo meno una dimostrazione – e cioè, che la loro prova su tangenti non essendo linee rette potrebbe applicarsi effettivamente *al Universo fisico*: al Universo che *conosciamo*? Lei sa se hanno una tale prova o dimostrazione?

EINSTEIN: Confesso che non lo so.

SOCRATE: Quindi, in assenza di una tale prova o dimostrazione, ciò che sostengono non sarebbe *applicabile* alla *sua* teoria, essendo una teoria della *fisica*: giusto?

EINSTEIN: Sì, vero.

SOCRATE: Ed il mio secondo controargomento è che, anche se *hanno* una prova che le tangenti potrebbero essere curve, non significa *ipso facto* che ci potrebbero essere altre linee *rette* che sono tangenti a tali «tangenti» curve? In altre parole, non significa che ci potrebbero essere *altre* rette che sono tangenti a tali «tangenti» curve? E se è così, contraddirebbe il nostro accordo che ad una linea retta stessa – cioè, ad una *tangente stessa* – non ci può essere alcuna tangente: vero?

EINSTEIN: Sì, ha ragione.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Pertanto, anche in uno spazio che è curvo ovunque – e di conseguenza, sembrerebbe di *non* contenere linee rette – anche in un *tale* spazio, in ogni punto lungo ogni linea curva deve esistere almeno *la possibilità* di una tangente a quella linea curva?
- EINSTEIN: Sì ...
- SOCRATE: E ogni tangente dev'essere una linea assolutamente *retta*, vero? Eravamo d'accordo a ciò in precedenza, no?
- EINSTEIN: Sì, lo confesso.
- SOCRATE: E allora, anche se uno spazio è curvo – e, quindi, tutte le linee in esso sono pure esse curve – anche così dev'essere almeno *la possibilità* di linee dritte – *assolutamente* dritte, *davvero* dritte, *in realtà* dritte, *perfettamente* dritte ... le quali sono *tangenti* alle linee curve? Infatti, dev'essere la possibilità di un *numero illimitato* di tangenti dritti in *tutti* i punti illimitati su *tutte* le curve illimitate in un tale spazio curvo: vero?
- EINSTEIN: (*Pensiero lungo*). Sì. Devo ammetterlo. Sì, è vero.
- SOCRATE: Giusto per essere chiaro che siamo d'accordo: lei ammette, non è vero, che anche se su – diciamo – la superficie di una sfera, o su una parte di essa, ove non ci sono linee rette affatto, tuttavia in ogni punto lungo ogni linea curva sulla superficie curva di una sfera, può esistere una *tangente*, che è – e *deve essere* – una linea assolutamente, perfettamente, totalmente *retta*? Certo queste rette non giacerebbero sulla *superficie* della sfera, ma *al di fuori* della sfera; ma questo non vuol dire che *non* esistono affatto, o *non possono* esistere affatto. Sì?
- EINSTEIN: Sì, sono d'accordo.
- SOCRATE: E se la superficie di una sfera – o una parte di essa – fosse «appiattita» in qualche modo (e non specificheremo esattamente *come* potremmo «appiattirla», e infatti lo considereremo irrilevante), in modo che le linee curve che erano su di esso, ora vengono raddrizzate, questo di per sé non escluderebbe la *persistenza* delle linee totalmente rette – linee *realmente* rette, *assolutamente* rette, *perfettamente* rette – e cioè, delle *tangenti* alle linee curve che esistevano sulla sua superficie prima che la superficie fosse «appiattita» – dico bene?
- EINSTEIN: (*Pensiero duro per un po' lungo*) Sì, sono d'accordo.
- SOCRATE: Quindi non ho *presentato*, in tal caso, un argomento che può *soddisfare* il suo criterio per una confutazione – o un rifiuto – della sua teoria che lo spazio può essere curvato per la gravità?
- EINSTEIN: *Eh? Come?*
- SOCRATE: Beh, la sua teoria è che lo spazio è curvo in presenza di un campo gravitazionale, non è vero?
- EINSTEIN: Sì, certo.
- SOCRATE: E siamo d'accordo che la sua teoria sarebbe smentita – o «falsificata», per esprimerlo in terminologia popperiana – se posso fornire una prova che esiste qualcosa – anche qualcosa di completamente *immaginaria* come una retta geometrica – che è *dritta* in *assenza* di un campo gravitazionale, e che *rimarrebbe* dritta anche in *presenza* di un tal campo? Vale a dire, che una cosa del genere *rimarrebbe* perfettamente e assolutamente dritta in assenza e in presenza di un campo gravitazionale? In fatti, non è questo il *suo proprio* criterio per una possibile confutazione della sua teoria?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- EINSTEIN: Sì; vero.
- SOCRATE: Abbiamo anche stretto le mani su di esso, se ben ricordo.
- EINSTEIN: Sì ... *ehm*. Sì. Sì, l'abbiamo.
- SOCRATE: Infatti. Così non ho stabilito che *tangenti* ad eventuali linee curve, sia in uno spazio piatto o in uno spazio curvo, devono *rimanere dritte*, non importa se lo spazio stesso fosse curvo o no? Almeno nell'Universo *fisico* ... qualunque sia il caso nella matematica pura; vale a dire, nella matematica che *non* è applicabile all'Universo fisico.
- EINSTEIN: (*Pensando molto, molto a lungo*). Sì, sembra di averlo stabilito. Ammetto che ... *hmm*.
- SOCRATE: E poiché si sostiene che lo spazio è *curvo* in *presenza* di un campo gravitazionale, mentre in *assenza* di un tal campo, lo spazio è completamente «*piatto*», allora queste tangenti rimarrebbero *assolutamente, effettivamente, realmente, perfettamente dritte* in assenza e in presenza di un campo gravitazionale – vuol ammetterlo? Ricorda che è sotto giuramento! (*Sorride*).
- EINSTEIN: (*Sussurrando*) *Ehm ... sì*.
- SOCRATE: Scusi? Non ho sentito.
- EINSTEIN: Sì. (*Schiarisce la gola*) Sì.
- SOCRATE: E può scorgere alcun *difetto* nella mia logica?
- EINSTEIN: No, non posso discernerne uno – almeno, non ancora. Ma questo non significa che non potrei trovare una confutazione al suo ragionamento nel futuro: prometto che lo farò!
- SOCRATE: Sono certo che tenterà il suo meglio di farlo, mio caro Professor Einstein! Ma per *adesso* ... ?
- EINSTEIN: Va bene, ha ragione. (*A pensarci*) Ma che cosa succederebbe se dovessi *ripudiare* mio precedente accordo con lei? Se sostenessi adesso che il criterio di falsificabilità che ho presentato in precedenza non è davvero un buon criterio?
- SOCRATE: Beh, direi che si sta rinnegando a un accordo solenne, allora! (*Sorridendo*).
- EINSTEIN: Ma gli scienziati devono essere *permessi* di cambiare idea, no?
- SOCRATE: Certo di sì. Stavo solo scherzando. Per favore, cambi idea.
- EINSTEIN: Allora. Ho cambiato idea: il criterio che ho presentato in precedenza per la confutazione della mia teoria *non* è davvero un criterio valido.
- SOCRATE: Allora può enunciare qualsiasi *altro* criterio per la confutazione della sua teoria? Un criterio *valido*?
- EINSTEIN: No, non posso ... e non lo farò nemmeno.
- SOCRATE: Quindi per l'argomento di Popper, la sua teoria non può essere *scientifica*, vero?
- EINSTEIN: (*Pensando*) Sì, vero. (*Pensando un po' di più*). Va bene, allora sostengo che l'unico tal criterio deve essere un criterio *sperimentalmente verificabile*; non un criterio del tutto teorico.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: E *come* esattamente potrebbe concepire un esperimento fisico per testare la sua teoria – dato che lei stesso sostiene che la nostra tecnologia attuale non è in grado di testare la sua teoria sperimentalmente?
- EINSTEIN: Proprio *perché* un tale test non può essere eseguito, sostengo che la mia teoria si mantiene valida ancora!
- SOCRATE: (*Sorridendo*) Beh, prima di affrontare questo nuovo argomento, vogliamo ricapitolare per vedere *quanto* della sua teoria rimane valida ancora, discutendo ancora una volta i punti principali della nostra discussione fino ad ora?
- EINSTEIN: (*Controvoglia*) Beh ... ok, avanti allora.
- SOCRATE: In primo luogo, abbiamo stabilito, non è vero, che «l'uguaglianza della massa gravitazionale e inerziale» *non* esiste nel nell'Universo *reale*, almeno *strettamente* parlando? Oppure, se esiste a tutti, esiste solo per i volumi di spazio *infinitesimamente* piccoli? E che per tutti i volumi più grandi – i volumi come quelli di una stanza, o di un ascensore – c'è solo una forte *somiglianza* tra le due, ma non una *equivalenza attuale*, strettamente parlando?
- EINSTEIN: *Strettamente parlando*. Sì, ma solo *in senso stretto*. Solo se *sottilizziamo*.
- SOCRATE: Infatti. Tuttavia, se ricorda, abbiamo anche convenuto che *sottilizzare* è un processo *necessario* e *valido* al fine di esaminare in dettaglio la sua teoria, dal momento che – per la sua stessa ammissione – al nostro stadio attuale della tecnologia non disponiamo di strumenti sufficientemente precisi per testare *sperimentalmente* la sua teoria, e che la sua teoria discute *piccolissime* quantità di curvatura dello spazio, almeno in circostanze normali? Non abbiamo, di conseguenza, convenuto di *ammettere* la *sottilizzazione*?
- EINSTEIN: Sì, l'abbiamo ammesso. Sì.
- SOCRATE: Ma allora, *strettamente parlando*, e se dovessimo *sottilizzare* – il che, si ammette, è *necessario*, e del tutto *valido*, nel contesto del suo esperimento mentale – *non* è stato stabilito che la *gravità* può piegare lo spazio, anche se *l'accelerazione* potesse farlo: vero?
- EINSTEIN: (*A malincuore*) No, non l'ho stabilito. Ha ragione.
- SOCRATE: Ora, venendo al tema dell'accelerazione *da sé*: lei ha sostenuto che l'accelerazione può piegare *un fascio di luce*, non solo *apparentemente*, ma anche nella *realtà*, perché secondo lei – e anche secondo alcuni filosofi empiristi – l'aspetto è la *realtà*: giusto?
- EINSTEIN: Infatti.
- SOCRATE: Ma più tardi ha ammesso che non tiene la visione empiristica di essere una regola dura e forte, e che *a volte* le apparenze *possono* essere mere apparenze, e *non* la *realtà* – giusto?
- EINSTEIN: Giusto.
- SOCRATE: Allora – e sto ripetendo solo per essere chiari – non *accetta* lei che *a volte* le apparenze possono essere *mere* apparenze, e *non* la *realtà* a tutti?
- EINSTEIN: Sì, sì: l'ho appena ammesso.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: E quando ho introdotto un *altro* osservatore *esterno* all'ascensore, al quale – secondo la sua stessa ammissione – tutte le traiettorie dei fotoni sembrano perfettamente *dritte*, lei ha sostenuto che *la realtà stessa* potrebbe essere diversa per i due osservatori diversi: sì?
- EINSTEIN: Sì, ha ragione.
- SOCRATE: Ma dopo un po' di tempo ha *cambiato* idea su questo, vero? Perché postulando una molteplicità di «realtà» *reali* si tradurrebbe in una palese contraddizione, e non si adatterebbe nemmeno alla sua teoria, che si tratta di *una sola* realtà?
- EINSTEIN: Sì. Ammetto che la mia teoria è di circa *l'unica e sola realtà*, perché sostengo che lo spazio è piegato in *tutti* i campi gravitazionali, e piegato nella *vera, unica* realtà ... e non che sarebbe piegato in *alcune* «realtà» o in *alcuni* campi gravitazionali, mentre *non* sarebbe piegato in *altre* «realtà» o in *altri* campi gravitazionali. Sì, ha ragione ancora una volta.
- SOCRATE: Grazie. E lei è anche d'accordo che se dovessimo immaginare il pavimento e il soffitto del nostro ascensore costruiti di una sorta di rete, in modo che lo spazio dentro l'ascensore si *unisce* allo spazio esterno, allora quel *singolo* spazio sarebbe «piatto» sia per l'uomo ipotetico *dentro* l'ascensore, sia per la donna ipotetica *al di fuori* di esso. Giusto?
- EINSTEIN: Ha ragione, sì: a malincuore sono d'accordo.
- SOCRATE: Allora lei *accetta* che la sua teoria è una teoria di *una sola realtà*, cioè quella dell'Universo reale, e non di una *molteplicità* di realtà: in altre parole, che la realtà *non* è relativa?
- EINSTEIN: (*Tristemente*) Sì.
- SOCRATE: Abbiamo anche convenuto che le traiettorie di cose come i proiettili di pistola sembrerebbero *curvate* per quanto riguarda l'uomo dentro l'ascensore, ma sembrerebbero perfettamente *dritte* alla donna fuori dall'ascensore: sì?
- EINSTEIN: Sì.
- SOCRATE: Poi abbiamo anche convenuto che se, prima di impostare l'accelerazione all'ascensore, un righello assolutamente rigido e dritto venisse esteso dal puntatore laser alla parete opposta dell'ascensore, il righello rimarrebbe *dritto*, non importa chi lo osservasse, sia prima che dopo l'accelerazione dell'ascensore? E così, il suo esperimento mentale crollerebbe: perché in uno spazio curvo, un righello che era perfettamente dritto e rigido nello spazio non-piegato, avrebbe dovuto *diventare* piegato?
- EINSTEIN: Beh, non è *esattamente* questo il caso. Abbiamo concordato che *se* un tale righello perfettamente dritto e rigido – un righello che era perfettamente rettilineo prima dell'accelerazione dell'ascensore – apparisse dritto anche quando l'ascensore è accelerato, *allora* il mio esperimento-pensiero crollerebbe; ma dopo averci pensato, ho sostenuto che non potevo aver alcuna certezza *che* un tale righello infatti apparirebbe assolutamente dritto in un ascensore in accelerazione. Infatti, ho affermato più tardi, dopo matura riflessione, che sarebbe essere *piegato* in un ascensore in accelerazione esattamente nello stesso modo e nella stessa misura come il fascio di luce.
- SOCRATE: Sì, ha in fatti così mantenuto. Ma poi ho fatto notare che se così fosse, il punto in cui la luce brilla sulla parete dell'ascensore di fronte al puntatore laser *non* sarebbe leggermente sotto il punto sulla parete opposta dove il puntatore laser stesso è apposto, vero? O in altre parole, che uno dei presupposti del suo esperimento mentale crollerebbe, in modo che il suo esperimento mentale costituirebbe un *reductio ad absurdum*, confutando così se stesso?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- EINSTEIN: Sì, è vero; ma poi ho richiesto da lei di seguire insieme con me questa linea di pensiero fino alla fine, e lei ha accettato la mia richiesta.
- SOCRATE: L'ho davvero accettato. Ma lei era d'accordo che se il righello rimanesse dritto dopo l'accelerazione, la sua teoria crollerebbe: sì?
- EINSTEIN: Sì. Se il righello rimanesse dritto dopo l'accelerazione. Se.
- SOCRATE: In fatti: se. E poi lei aveva aggiunto che il pavimento dell'ascensore potrebbe essere anch'esso piegato allo stesso modo e nella stessa misura come il fascio di luce, il che esplicherebbe tutto.
- EINSTEIN: Sì, l'ho detto, sì. Grazie per avermelo ricordato.
- SOCRATE: Ma poi ho fatto notare che il suo assunzione che il pavimento dell'ascensore potrebbe essere curvato in questo modo sarebbe un *errore logico*, in quanto prenderebbe come dimostrato ciò che rimane ancora di essere dimostrato.
- EINSTEIN: Ricordami il perché.
- SOCRATE: Beh, il suo esperimento-pensiero è stato progettato per dimostrare – o in altre parole, per *provare* – che lo spazio può essere piegato a causa di accelerazione; e in una tale dimostrazione o prova, non si può validamente *supporre* che lo spazio è infatti piegato a causa di accelerazione, perché questo è esattamente ciò che si sta *cercando di dimostrare* usando l'esperimento mentale! Almeno, non se si vuol rimanere *razionale*.
- EINSTEIN: Ah. Sì. Ora mi ricordo. Sì: in un esperimento mentale progettato per dimostrare che lo spazio può essere piegato, non si può logicamente presumere in *anticipo* che lo spazio è piegato. Sono d'accordo.
- SOCRATE: Quindi è d'accordo che *a rigor di logica*, nel suo esperimento mentale, il pavimento dell'ascensore *non* può essere presunto piegato?
- EINSTEIN: (*Tristemente*) Sì.
- SOCRATE: Allora. Se posso continuare?
- EINSTEIN: Per favore.
- SOCRATE: Lei ha anche affermato che ci sono prove *matematiche* che lo spazio è piegato.
- EINSTEIN: Sì, davvero.
- SOCRATE: Infatti. E io ribattei quest'affermazione dicendo che i matematici potrebbero avere dimostrazioni *matematiche* di teoremi che assumono uno spazio *ipotetico* ch'è curvo; ma non sembrano di avere alcuna prova, matematica o altra – e nemmeno una *dimostrazione* – che lo spazio *reale*, vale a dire lo spazio dell'Universo *fisico*, l'Universo *conosciuto* – può essere curvato. Almeno *lei* non è stato in grado di dirmi che *sapeva* di una tale prova o dimostrazione; e la teoria della relatività generale essendo la *sua* teoria, allora ho sostenuto che in sua assenza, non c'è ragione di credere che la *sua* teoria si applica alla *fisica* dell'Universo *fisico*, dell'Universo *conosciuto*.
- EINSTEIN: Ha detto qualcosa del genere, lo ammetto.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Allora, chiaramente *lei* non ha dimostrato che la sua teoria si applica al Universo *fisico*, vero? Posso ricordarle ancora una volta che è sotto giuramento.
- EINSTEIN: (*Molto, molto a malincuore*) Sì, credo di sì. Ma per lo stesso ... non lo so. Non sono sicuro che lei abbia ragione, ma non riesco a trovare una confutazione in questo momento. Ma mi metterò a lavorare intensamente su questa questione, lo prometto! Sono *molto* persistente.
- SOCRATE: Accoglierò con favore ogni occasione per imparare da lei in futuro, le assicuro, caro professor Einstein! Ma continuiamo la nostra ricapitolazione? Se mi ben ricordo, poi ha affermato che non ha bisogno di mostrare alcuna *prova* per stabilire la sua teoria, ma solo delle *evidenze*; perché secondo la maggior parte dei filosofi della scienza moderna, compreso il nostro buon amico viennese Karl Popper, non ci sono *prove* nelle scienze affatto, ma solo una preponderanza di *evidenze*.
- EINSTEIN: Davvero. Buon punto filosofico, se dico io.
- SOCRATE: E lei ha voluto sottolineare la spedizione di Eddington come una fonte di tale evidenza, per dimostrare che lo spazio può essere curvato per la gravità.
- EINSTEIN: Veramente così.
- SOCRATE: Non per *l'accelerazione*, mi raccomando, ma per la *gravità*.
- EINSTEIN: Sì, ma questo è *l'obiettivo* del mio sperimento mentale, lei capisce. La parte di esso che riguarda «l'accelerazione» è solo un argomento *intermedio*, per arrivare alla meta alla fine.
- SOCRATE: Ma il suo sperimento-pensiero si cercava di stabilire *prima* che lo spazio è piegato a causa di *accelerazione*, non è vero?
- EINSTEIN: Infatti. Ma come ho detto, quest'è un argomento soltanto *intermedio*.
- SOCRATE: E quindi si sarebbe solo in grado di concludere che lo spazio è piegato a causa della gravità, se fosse possibile stabilire *un'equivalenza esatta* tra la gravità e l'accelerazione – qualcosa che ha *fallito* di stabilire, giusto?
- EINSTEIN: (*Rallegrandosi*) Non *del tutto* fallito, si capisce. Venni maledettamente *presso* a stabilirlo; non l'ho dimostrato soltanto in *senso molto stretto*.
- SOCRATE: Beh, anche se quest'equivalenza fosse stabilita *perfettamente*, la spedizione di Eddington – anche se fosse stata condotta del tutto correttamente, una questione riguardante la quale sono stati espressi dei dubbi da alcune persone – quest'esperimento avrebbe soltanto potuto stabilire che la *traiettoria della luce* potrebbe essere curvata per la gravità: giusto? E ho risposto che nessuno ha mai dubitato che le *traiettorie di cose che possono essere attratti dalla forza di gravità* possono essere curvate per la gravità, ma che questo fatto *di per sé* non dimostra che *lo spazio* è piegato – o curvo – per la gravità. Giusto?
- EINSTEIN: Giusto. Su entrambi i fronti.
- SOCRATE: Ed ho anche mostrato – e lei stesso è stato d'accordo – che la luce può esser *attratta* dalla forza di gravità: perché, come lei stesso ha sottolineato, se così non fosse, i buchi neri, per esempio, non sarebbero *neri* ... giusto?
- EINSTEIN: Giusto.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Quindi lei è *d'accordo* che *non* è stato dimostrato che lo *spazio* può essere piegato – o curvo – per la gravità, anche se *traiettorie* potrebbero essere curve per la gravità?
- EINSTEIN: (*Con rincrescimento*) Sì.
- SOCRATE: Allora in quel momento lei aveva tentato di mantenere che una *traiettoria* può essere curvata e dritta *contemporaneamente*, sostenendo che la linea più breve tra due punti su una superficie *curva* potrebbe essere curva se corre lungo la superficie curva stessa, in modo che se ci definisce la parola «retta» per indicare la linea più breve tra qualsiasi due punti, tali linee sulla superficie curva sarebbero curve e rette contemporaneamente. Giusto?
- EINSTEIN: Giusto. L'ho mantenuto davvero. La matematica degli spazi curvi lo dimostra.
- SOCRATE: Ma poi ho sottolineato che tali linee non sono realmente delle linee *assolutamente più brevi possibili* tra questi punti, perché delle linee *davvero rette* tra gli stessi due punti – linee che *non* corrono lungo la superficie curva – sarebbero *ancora* più brevi: vero?
- EINSTEIN: Sì, vero.
- SOCRATE: Il che significa che c'è una *differenza reale* tra una linea *veramente* dritta, e qualsiasi linea *veramente* curva – sì? Non ha ammesso che avevo ragione così affermando?
- EINSTEIN: (*Malvolentieri*) Sì *hmm*. Sì.
- SOCRATE: Giusto per essere *assolutamente* chiaro: lei è d'accordo, ora, che le rette *non possono essere* curvate?
- EINSTEIN: (*A malincuore*) Sì.
- SOCRATE: E poi, ad un certo punto lei ha inoltre affermato che la sua teoria ha «milioni di conferme ogni anno», quindi la *probabilità* che la sua teoria sia corretta dev'essere molto *alta*: non è vero?
- EINSTEIN: Avevo davvero così affermato. E così lo è, infatti! Ha *milioni* di conferme ogni anno, la mia teoria. Anzi, forse *decine* di milioni!
- SOCRATE: Ma era chiaro a entrambi di noi, da una considerazione di *altre* teorie – come le teorie astrologiche dei Maya – che hanno anche loro un sacco di conferme, e sono altamente predittivi, che questo fatto *di per sé* non costituisce assolutamente *nessuna* garanzia della *correttezza* o *verità* di questa – o, infatti, *qualsiasi* – teoria: giusto?
- EINSTEIN: Sì, ho ammesso la *logica* di questo ragionamento, anche se è altamente *controintuitivo*. Molte persone, credo, non sarebbero nemmeno in grado di *capire* quest'argomento. Ma lo capisco *io*. Sì, ha piena ragione.
- SOCRATE: Quindi il enorme numero di conferme della sua teoria non costituisce *nessuna evidenza* della *correttezza* o *verità* di essa: giusto?
- EINSTEIN: (*Tristemente*) No, non lo è.
- SOCRATE: E poi abbiamo parlato di cercare un modo per «falsificare» – o per esprimerlo in parole inequivocabili, di *confutare*, o *rifiutare*, o *rendere falsa* – la sua teoria, vero?
- EINSTEIN: Sì.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: E quando abbiamo discusso di questo, lei ha sostenuto che fino ad allora non ero stato in grado di «falsificare» la sua teoria con le controdeduzioni che avevo presentato: giusto?
- EINSTEIN: Sì: mi ricordo molto bene.
- SOCRATE: E ha ammesso che non c'è modo *sperimentale* di «falsificare» – ossia smentire, o rendere falsa – la sua teoria; almeno non con la tecnologia attuale ... giusto?
- EINSTEIN: Sì, giusto.
- SOCRATE: E siamo entrambi d'accordo che se non c'è alcun modo di «falsificare» una teoria, una tale teoria non può essere *scientifica*: giusto?
- EINSTEIN: Sì: dal criterio di Popper – con cui sono completamente d'accordo – una teoria *non falsificabile* è assolutamente *non scientifica*.
- SOCRATE: Ma lei era d'accordo che, anche se con la tecnologia attuale non c'è modo *sperimentale* di «falsificare» la sua teoria, ci dev'essere un modo *teorico* o *logico* per farlo: giusto?
- EINSTEIN: Sì, l'ho accettato: sì. Perché se non ci sarebbe *alcun* modo di falsificare la mia teoria, non potrebbe essere *scientifica*; e siccome la mia teoria è una teoria della *scienza*, ci deve per forza *essere* un criterio per falsificarla!
- SOCRATE: E quando le ho chiesto di *presentarmi* un criterio di falsificabilità della sua teoria, lei ha detto che sarebbe stata falsificata se potessi dimostrare l'esistenza di qualcosa – anche qualcosa di completamente *immaginario* come una linea geometrica – che è dritta in *presenza* di uno spazio curvo spazio, e che *rimane* dritta in *assenza* di un campo gravitazionale, sicché lo spazio *non* è curvo in quest'ultimo? Non è stato *lei stesso* a enunciare questo criterio?
- EINSTEIN: Sì, davvero.
- SOCRATE: E poi ho fatto notare che le *tangenti* alle linee curve devono essere *dritte* in ogni caso, perché la nozione stessa di «tangente curvo» è piena di contraddizioni interne: sì? In modo che le tangenti dovrebbero essere sempre *rette*, a prescindere della possibilità che lo spazio in cui si manifestano potrebbe essere curvato o no dalla forza di gravitazione ... o, addirittura, curvato per *qualunque* motivo?
- EINSTEIN: Vero.
- SOCRATE: E ho anche sottolineato che tale argomento *soddisfarebbe* il suo criterio per la falsificazione teorica della sua teoria, no? Il che significherebbe che la sua teoria starebbe chiaramente «falsificata» o rifiutata – ossia, *dimostrata di essere palesemente falsa* – sì?
- EINSTEIN: Sì, sì, sì; ma a quel punto ho *ripudiato* il mio precedente criterio per falsificabilità. Solo su ripensamenti, si capisce; ma come lei stesso ammette, uno scienziato dev'essere *consentito* di cambiare idea!
- SOCRATE: Infatti: e dev'essere consentito di cambiar idea anche un filosofo. Ma quando le ho chiesto di presentarmi qualche *altro* criterio per la falsificazione la sua teoria, lei ha detto qualcosa di simile: «L'unico tale criterio deve essere un criterio *sperimentalmente verificabile*, e *non* un criterio teorico».
- EINSTEIN: (*Allegramente*). Sì, l'ho così detto, davvero.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: E quando ho chiesto «Esattamente *come sarebbe concepito* un esperimento per testare la sua teoria, dal momento che lei stesso sostiene – e giustamente – che la nostra tecnologia non ci permette di testare la sua teoria sperimentalmente?», lei rispose, «Dal momento che una cosa del genere *non* può essere concepita, io sostengo che la validità della mia teoria ancora si mantiene!»
- EINSTEIN: Sì, davvero. (*Fiero di se stesso*).
- SOCRATE: Ma allora non sta sostenendo che la sua teoria non è «falsificabile»?
- EINSTEIN: Non *sperimentalmente*, no: di sicuro non lo è!
- SOCRATE: E si sostiene che la falsificabilità sperimentale è *l'unico criterio* per la sua falsificabilità – sì?
- EINSTEIN: Sì, certo – non l'ho detto meno d'un minuto fa?
- SOCRATE: Ha davvero così detto, mio caro professor Einstein!
- EINSTEIN: E allora!
- SOCRATE: Allora, si sostiene che non è *falsificabile affatto*, non è vero?
- EINSTEIN: Sì! (*Alzando la voce un po'*) Quindi la mia teoria si mantiene valida ancora!
- SOCRATE: Infatti ... ma (*alzando la voce un po' pure lui*) non come una teoria *scientifica*: giusto?
- EINSTEIN: (*Sconcertato*). Sì, va bene; lo ammetto. O enuncio un criterio di falsificabilità – un criterio che dev'essere del tutto *teorico*, dal momento che i test *sperimentali* sono impossibili sotto il nostro livello di tecnologia – o, altrimenti, la mia teoria diventa *non scientifica*. E l'unico criterio teorico che sono stato in grado di enunciare fino ad adesso *può* essere rispettato, così *falsificando* la mia teoria Mi sono preso tra l'incudine e il martello ora!
- SOCRATE: (*Sorridente*) Beh, non è questo semplicemente troppo male allora!
- EINSTEIN: *Gottverdamm!* Beh, non importa. Sono sicuro che troverò una via d'uscita di quest'enigma nel futuro, anche se non lo posso in questo momento. Ma nel passato sono stato in grado di trovare la mia via d'uscita da un sacchetto di carta, sia letteralmente che metaforicamente – letteralmente era a una festa, ed ero ubriaco, ma non importa questo – così sospetto fortemente che potrò trovare la mia via d'uscita pure da questo problema.
- SOCRATE: Sarò molto felice di riprendere le nostre discussioni quando si fa trovare la sua via d'uscita!
- EINSTEIN: Vorrei lo stesso accennare che la mia teoria è ampiamente *accettata e rispettata*. Infatti, non esiste un *singolo* vincitore del Premio Nobel per la fisica – almeno dopo il 1920 – che non lo accetta. Oltre il 99,99% di tutti i professori di fisica in tutto il mondo – che hanno studiato la fisica per tutta la vita – l'accettano. Non posso credere che questo sarebbe il caso se la teoria non fosse *dimostrabilmente* corretta. Non posso accettare l'idea che il 99,99% dei *migliori* fisici del mondo intero – laureati delle *migliori* università del mondo – e tutti i Premi Nobel per la fisica fino dal 1920, possono essere *tutti sbagliati* ... semplicemente *non fa alcuna senso!*
- SOCRATE: Quando la esprime così, confesso che sono tanto perplesso quant'è lei.
- EINSTEIN: Allora, cosa ci manca nelle nostre discussioni?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Non lo so – mi dica *lei!* Dopo tutto, è la *sua* teoria, non è vero?
- EINSTEIN: In effetti lo è. Ed ho il supporto di praticamente tutti i migliori fisici del mondo ... e l'ho avuto il loro supporto per quasi un *secolo!* Infatti, alcuni di questi individui sono *molto* più intelligenti di me. Come ho detto prima, io stesso non sono molto *intelligente*; sono soltanto molto *persistente* – rimango a cogitare ai problemi finché finalmente li risolvo, o, altrimenti, sono convinto che non sono risolvibili. Ma questi compagni *sono* intelligenti. *Davvero* intelligenti. Con QI alto. Non sono *stupidi* come me!
- SOCRATE: Capisco precisamente che cosa vuol dire. Anch'io non sono molto intelligente; in effetti prima della mia morte ero del parere che non sapevo *nulla*. Devo ammettere ch'è stato dimostrato a me qualche tempo fa, qui in questi Campi Elisi, che se avessi *davvero* non saputo nulla, non avrei potuto sapere *che* io non sapevo nulla ... e quindi, dopo la mia morte, ho dovuto negare la possibilità di non saper assolutamente *nulla*. Inoltre, devo ammettere che so camminare, parlare, pensare, arguire, e così via; quindi devo sapere *qualcosa*. Ma so *molto poco*. La maggior parte delle persone sono *molto* più intelligenti di me. Pure adesso che sono morto – figuriamoci quando ero vivo. Sono abbastanza stupido vivo o morto, in fatti.
- EINSTEIN: Come ho detto, siamo in due! (*Sorridendo*).
- SOCRATE: Infatti. E tuttavia, il problema che lei sta affrontando – delle persone intelligentissimi che credono cose che risultano di essere, ad un esame più attento, completamente false – non è del tutto sconosciuto a me. Vede, quando ero vivo, accostavo la gente per le strade di Atene e le chiedevo domande di sondaggio; e tra queste persone c'erano alcune *molto* intelligenti, colte e onorate. Tra di loro c'erano politici di prestigio, magistrati di tribunale, generali del militare, esperti in molte materie – persone che avevano raggiunto molto di più nella vita che io abbia mai raggiunto, o addirittura *sognato* di raggiungere. Eppure non ho potuto mai capire *perché* stavano così ben riguardati, dal momento che nessuno di loro è stato in grado di convincermi che aveva ragione *in realtà*, anche se nei loro campi sono stati ampiamente *considerati* di aver ragione!
- EINSTEIN: (*Sorridendo*) Sì, quando ero giovane avevo letto un bel po' dei «dialoghi socratici» di Platone, e ho visto come aveva fatto carne tritata di molte di queste persone cosiddette «intelligenti», che chiaramente non erano così intelligenti dopo tutto.
- SOCRATE: Ebbene, «carne tritata» non è del tutto la parola giusta; il mio intento è sempre stato quello di *imparare* qualcosa dalle nostre conversazioni, visto che queste persone erano così ben considerate. Non ho mai inteso di «fare carne tritata» di loro – no, *mai*. Ed ero sempre pronto a cambiare la mia mente ... la quale, di fatto, non è mai stata costituita in primo luogo. In *qualsiasi* argomento.
- EINSTEIN: Ah. Saggio di lei!
- SOCRATE: «Saggio»? Oh no, mio caro professor Einstein, non saggio! Ero *scemo* ... se non addirittura «più scemo». Lo sono ancora, in fatti!
- EINSTEIN: (*Sorridendo*) Sì, le capisco perfettamente. Io stesso ero soltanto un assistente tecnico nell'ufficio di brevetti di Zurigo quando avevo scritto i miei primi articoli sulla relatività e sull'effetto fotoelettrico. Non potevo nemmeno ottenere un lavoro meglio retribuito!
- SOCRATE: Sì: ne ho sentito parlare. Ma allora sicuramente si ha posto la domanda a se stesso, *perché* così tante persone intelligentissimi credono che lo spazio può essere «flessionato» dalla gravità, dato che seguente un esame attento, quest'ipotesi non ha *alcuna* evidenza a sua favore, e, se non in modo puramente teorico, non può essere nemmeno *falsificata*? E che, di

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

fatto, quando un criterio teorico di falsificabilità viene effettivamente enunciato, il criterio può effettivamente essere *soddisfatto*, così *falsificando* la sua teoria?

EINSTEIN: Devo confessare che la nostra conversazione ormai mi ha costretto a pormi sta domanda.

SOCRATE: E cosa pensa che sia la risposta giusta?

EINSTEIN: Beh, forse tutte queste persone sanno qualcosa che noi non sanno ... o altrimenti, forse *non* sono veramente tanto intelligenti come sono tenuti di essere!

SOCRATE: E quale delle due alternative è la più probabile?

EINSTEIN: Il primo, credo. *Devono sapere* qualcosa che noi due non sappiamo. Per certo è *molto* improbabile che il 99,99% delle persone più istruite e più intelligenti del mondo sono così *tanto* sbagliate!

SOCRATE: Ma non è quello ch'è successo anche nel passato – anzi, *spesso* nel passato? Come nel medioevo, per esempio, quando praticamente tutti credevano quel che Aristotele scrisse: ad esempio, che le donne avevano meno denti degli uomini (perché non ha mai preso la briga di controllare effettivamente *contando* i denti delle donne)? O che gli oggetti più leggeri cadono a un tasso più lento di quelli più pesanti (perché non ha mai preso la briga di capire che era *l'aria* che ha reso le piume, per esempio, capaci di cadere più lentamente di sassi)?

EINSTEIN: Sì, ma questo era il *medioevo*. Non c'è da stupirsi che non c'era molto progresso in quel periodo! Una volta che il rinascimento è avvenuto, però, tutte quelle sciocchezze sono state rapidamente rovesciate. Beh, *relativamente* rapidamente. Vede – *tutto è relativo!* ... Solo scherzo, solo scherzo.

SOCRATE: (*Sorridendo*) Ma *oggi* la maggior parte dei fisici crede che tutti gli oggetti devono cadere sulla terra allo stesso tasso, non è vero? Infatti, non l'hanno creduto per *secoli*?

EINSTEIN: Di certo l'hanno creduto – e *giustamente!*

SOCRATE: O *davvero*? E se posso chiedere, lo crede pure *lei*?

EINSTEIN: Certo che lo credo, mio caro Socrate! *Tutti* lo credono al giorno d'oggi. È un *fatto*, ben noto e ben consolidato. È stato anche *testato* sulla luna, in assenza di aria! Una piuma e un martello sono fatti cadere dal astronauta David Scott della missione Apollo 15, ed entrambi gli oggetti sono filmati cadendo nello stesso tempo.

SOCRATE: Ma forse c'erano differenze molto *piccole* nei loro tassi di caduta ...? Differenze impercettibili. *Forse*. Ma più al punto, crede *lei* che tutti i corpi cadono allo stesso tasso perché *tutti* ci credono, o lo crede a causa di qualche ragione *logica*?

EINSTEIN: Per un motivo *molto* logico. Lo sperimento-pensiero per dimostrarlo è stato ideato dallo stesso Galileo. Egli ha ragionato così: «Supponiamo che una palla di cannone pesante, e una palla di moschetto leggera, cadessero dalla stessa altezza; e supponiamo che la palla di cannone effettivamente cadesse a terra più velocemente rispetto alla palla di moschetto. Poi se fossero *entrambi fissati insieme* – diciamo, mediante saldatura – allora i due insieme dovrebbero cadere più velocemente e più lentamente rispetto alla palla di cannone da sé: più velocemente, perché le due palle insieme pesano *più* che la palla di cannone da sé; e più lentamente, perché la palla di moschetto leggera, che scende ad un tasso più lento rispetto alla palla di cannone, dovrebbe esercitare una certa *resistenza* sulla palla di cannone quando entrambi cadono insieme! Ma è assolutamente *impossibile* per le due palle insieme di cadere

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

più velocemente e più lentamente rispetto alla palla di cannone da sé, quindi devono *tutte* cadere allo stesso tasso.» Un argomento davvero formidabile, non è vero?

- SOCRATE: Sì, vedo come quest'argomento potrebbe essere considerato giusto: cioè, sia valido sia solido. Certamente *sembra* di esserlo, in ogni caso.
- EINSTEIN: Allora *ho ragione* a credere che tutti gli oggetti, indipendentemente dal loro peso, cadrebbero sulla terra allo stesso tasso: vero?
- SOCRATE: Sì, sono d'accordo ... per tutti gli oggetti *che già esistono sulla terra stessa*. Infatti, anche se si dovesse far cadere sulla terra un'intera *montagna* come il Monte Olimpo, non cadrebbe più velocemente di una palla di moschetto. Se si *potesse* far cadere una montagna sulla terra, ovviamente ... ma considereremo questa difficoltà irrilevante per adesso.
- EINSTEIN: Quindi è *d'accordo* con me, no?
- SOCRATE: Sì, certo: per quanto riguarda le palle di cannone, le palle di moschetto e le montagne, o infatti qualsiasi cosa che *già costituisce parte della terra* prima che viene preso in mano e poi lasciato cadere. Vede, la ragione per cui credo così, è che *l'attrazione gravitazionale* tra due corpi, come ad esempio la montagna e la terra, e quindi il loro tasso di caduta da una determinata altezza – o più correttamente, il tasso con cui il corpo e la terra *si avvicinano* l'un l'altro, almeno in assenza di aria – è proporzionale alla *somma delle loro masse*; e la somma delle masse della terra e la montagna, presi separatamente, *non è minimamente diverso* rispetto alla loro massa *combinata*! E lo stesso vale per la somma delle masse della palla di cannone e la terra, e della palla di moschetto e la terra.
- EINSTEIN: Proprio così! Cosa ho detto? Pure il Monte Olimpo, come lei ha sottolineato giustamente, cadrebbe a terra non più velocemente di una palla di moschetto. Se si *potesse* farlo cadere. Il che *non* si può, almeno con la tecnologia attuale, ma questo fatto è, come dice, irrilevante.
- SOCRATE: Sono davvero convinto che ha ragione per quanto riguarda il Monte Olimpo, la palla di cannone e la palla di moschetto. Possiamo considerare, però, una modifica allo sperimental-pensiero di Galileo?
- EINSTEIN: Di certo! Mi piacciono molto tutti i *Gedankenexperimente*: sono il mio preferito metodo di far la scienza. Con Bohr ne discutevo spesso ... (*fregandosi le mani con allegria in anticipo*).
- SOCRATE: Va bene. Consideriamo il pianeta Giove.
- EINSTEIN: Sì. E allora?
- SOCRATE: E consideriamo anche che, secondo le migliori teorie fisiche d'oggi, è composto di *atomi*.
- EINSTEIN: In effetti lo è – ma allora?
- SOCRATE: E supponiamo che la teoria atomica della materia è corretta: e cioè, che in ogni atomo c'è una cosiddetta «nuvola» di elettroni – da 1 a 92 (o di più, in atomi artificialmente creati) – attorno a un piccolo nucleo, e che la *maggior parte della massa dell'atomo* è concentrata nel *nucleo*, non nella «nuvola» dei elettroni.
- EINSTEIN: Sì, sono abbastanza d'accordo a tutto ciò: ma per arrivare al punto?
- SOCRATE: Sto arrivandoci a presto. Lei accetterebbe, vero, che il diametro del nucleo di un atomo è inferiore a un decimillesimo del diametro dell'atomo stesso?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- EINSTEIN: (*Pensando*). Infatti, credo che sia ancora *più* piccolo, a seconda del tipo di atomo. Se ben ricordo, anche nel uranio – il più pesante di tutti gli elementi naturali – il diametro del nucleo è circa 1/23.000 del diametro dell'atomo; e negli elementi più leggeri il diametro del nucleo diventa progressivamente ancora più piccolo in confronto al diametro dell'atomo stesso. In idrogeno credo che il rapporto delle loro diametri è circa 1:140.000.
- SOCRATE: Ma anche se si assume il rapporto del diametro del nucleo ed il diametro del atomo di essere 1:10.000, il *volume* dell'atomo sarebbe diecimila volte diecimila volte diecimila volte più grande di quello del nucleo?
- EINSTEIN: *Hmm. (Pensando per un po')* Sì. Sì, credo di sì.
- SOCRATE: E questo è – vediamo – (*calcolando nella sabbia con un legno*) 1.000.000.000.000 di volte? Vale a dire, un «uno» con dodici zeri dopo di esso? Un *trilione* di volte, in altre parole?
- EINSTEIN: *Hmm.* Devo pensarci. (*Calcolando sulla sabbia*). Sì, penso che abbia ragione. La cifra reale è probabilmente ancora più grande – anzi *molto* più grande, visto che il pianeta Giove è costituito di atomi molto più leggeri del uranio; ma sarebbe *almeno* così grande.
- SOCRATE: Infatti. Ma allora, se fosse in qualche modo possibile ridurre il pianeta Giove ad un oggetto sferico con la *massa* di Giove ma con il *volume soltanto dei nuclei degli suoi atomi*, un tale oggetto sarebbe almeno un trilione di volte – cioè, mille miliardi di volte – più piccolo in volume rispetto a Giove stesso: sì?
- EINSTEIN: Sì – e più probabilmente, ancora più piccolo: forse *molto* più piccolo.
- SOCRATE: Esattamente. E il pianeta Giove è, in grosso modo, circa un migliaio di volte più grande in diametro in confronto al diametro della terra: giusto?
- EINSTEIN: Non lo so. Lo è?
- SOCRATE: Beh, ho indagato sul *Wikipedia* a poco tempo fa. Naturalmente il *Wikipedia* potrebbe essere sbagliato, ma in questo caso particolare, ne dubito.
- EINSTEIN: Accetterei la sua parola, allora. Non ho mai la briga di memorizzare fatti che posso facilmente controllare consultando i libri di riferimento. Uno spreco di cervello, dico io!
- SOCRATE: Infatti. Ebbene, poiché il rapporto dei diametri di Giove e della terra è circa mille a uno, il rapporto tra le loro *volumi* dev'essere il *cuo* di questo rapporto, cioè un *miliardo* a uno – sì?
- EINSTEIN: Ancora una volta, accetterò la sua parola! Ma mi permetta di dirle, tutta questa matematica mi sta dando un bel mal di testa.
- SOCRATE: Ho quasi finito.
- EINSTEIN: Avanti allora!
- SOCRATE: Quindi tutto ciò significa che il volume di un oggetto sferico con la massa di Giove, ma costituito esclusivamente dei *nuclei* degli atomi di Giove, sarebbe meno di mille volte un trilionesimo del volume della terra?
- EINSTEIN: Suppongo di sì. (*Calcolando sulla sabbia*) Sì. In realtà, ancora *più* piccolo.
- SOCRATE: E allora, in altre parole, sarebbe *almeno* un miliardesimo il volume della terra?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- EINSTEIN: Sì, credo di sì ...
- SOCRATE: O in altre parole, sarebbe come una sfera di *diametro* inferiore a un *millesimo* del diametro della terra? Quindi, dato che la terra è circa tredicimila chilometri di diametro – e sì, ho indagato sul *Wikipedia* – questa sfera con la massa di Giove sarebbe soltanto qualche chilometro in diametro ... da uno a tredici chilometri, più o meno?
- EINSTEIN: *Ehm*. Sì. O meglio, accetterò la sua parola che le cifre siano corrette. Ovviamente si capisce che non siamo in grado di effettivamente *costruire* un oggetto sferico con la massa di Giove ma con un diametro di solo qualche chilometri, ma come dice, questo è irrilevante qui.
- SOCRATE: Infatti. E tale oggetto sarebbe *più o meno* delle dimensioni di una montagna come il Monte Olimpo, sì? *Approssimativamente*.
- EINSTEIN: Sì, *approssimativamente* della grandezza di una montagna. Naturalmente le montagne non sono *sferiche*, si capisce ... ma sì, intendo bene quel che vuol dire.
- SOCRATE: Quindi secondo il suo ragionamento, una tale sfera, con la massa di Giove, ma solo qualche chilometro in diametro, cadrebbe sulla terra alla stessa velocità come il Monte Olimpo, o anche una palla di moschetto: vero?
- EINSTEIN: Sì. Questo è precisamente quel che ho già detto in precedenza!
- SOCRATE: Ma *la forza di attrazione gravitazionale* tra questa sfera supermassiccia e la terra, a ogni *data* distanza tra di loro, sarebbe *proporzionale alla somma delle loro masse*, no?
- EINSTEIN: Certo. «Elementare, mio caro Watson!» ... *ehm* – scusi; ma a me mi piace dire questa frase.
- SOCRATE: Anche a me. Ma la massa di Giove è *più di trecento volte* la massa della terra: non è vero?
- EINSTEIN: Non lo so, ma ancora una volta accetterò la sua parola ...
- SOCRATE: Beh, potremmo entrambi accettare la parola del *Wikipedia* – sì?
- EINSTEIN: Va bene!
- SOCRATE: Se è così, non sarebbe la forza di attrazione gravitazionale tra la terra e questa sfera massiccia – che possiede la *massa* di Giove, ma è soltanto *qualche chilometro in diametro* – più di *trecento volte* la forza di attrazione gravitazionale tra la palla di moschetto e la terra?
- EINSTEIN: *Ehm* ... sì, credo ch'è vero, tutto questo.
- SOCRATE: Quindi non cadrebbe sulla terra quest'oggetto supermassiccio ad un tasso *molto più grande* rispetto alla palla di moschetto, o anche rispetto al Monte Olimpo? Supponendo, naturalmente, che tutti questi oggetti iniziassero la loro caduta dalla stessa altezza. Ovviamente sto impiegando la parola «caduta» qui nel senso che questa sfera e la terra *si avvicinano reciprocamente* – ma a rigor di logica, non sono così *tutti* i casi di «caduta»? In questo caso, sarebbe più simile alla terra «cadendo» verso questa sfera supermassiccia, almeno *tecnicamente*. Ma in *sostanza*, ogni caso di «caduta» è di due corpi che *si avvicinano reciprocamente*, vero? Non è che uno di loro rimane stazionario mentre l'altro sta «cadendo»: *entrambi stanno cadendo l'uno verso l'altro*: anche nel caso della palla di moschetto e la terra. Non ho ragione in tutto questo?
- EINSTEIN: Sì, è vero. (*Sembra preoccupato*).

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Ma allora – per ritornare al nostro sperimento mentale – non cadrebbe, l'uno verso l'altro, la terra e quest'oggetto della la massa di Giove, a un tasso *molto più grande* di quanto cadrebbe alla terra la palla di moschetto, o anche il Monte Olimpo? E questo, a causa della *forza di attrazione gravitazionale* tra questa sfera supermassiccia e la terra essendo più di *trecento volte* più forte della forza d'attrazione gravitazionale tra il Monte Olimpo e la terra?
- EINSTEIN: (*Perplesso estremamente*). Non so che cosa dire. Tutto quello che ha detto mi sembra molto, molto corretto, logico e razionale! Sì, suppongo di sì. La terra e questa sfera con la massa di Giove «cadrebbero», come dice lei, reciprocamente l'uno verso l'altro ad un tasso molto più grande rispetto alla caduta alla terra del Monte Olimpo. *Molto più grande*. Sì. È vero ...
- SOCRATE: Quindi non è il suo reclamo enunciato in precedenza – e anzi, l'affermazione di Galileo – che *tutti* gli oggetti devono cadere sulla terra allo stesso tasso, dimostrabilmente *falso*?
- EINSTEIN: (*Pensando per un lungo periodo*). Sì, suppongo che abbia ragione.
- SOCRATE: Vogliamo analizzare i *motivi* per il suo errore – e l'errore di Galileo?
- EINSTEIN: Sì, facciamolo. Confesso che sono ancora molto perplesso.
- SOCRATE: Ci siamo arrivati alla conclusione usando la legge fisica che l'attrazione gravitazionale tra i corpi da qualsiasi data distanza è *proporzionale alla somma delle loro masse*, sì?
- EINSTEIN: Sì.
- SOCRATE: Quindi, quanto maggior'è *la somma delle masse* del corpo in caduta e la terra, *presi insieme*, tanto maggiore sarebbe la forza di attrazione gravitazionale tra loro: sì?
- EINSTEIN: Sì, certo.
- SOCRATE: Quindi, se il corpo che cade *ha la sua origine sulla terra stessa*, la somma delle masse della terra e che il corpo *rimane immutabile* in ogni momento; mentre se il corpo ha la sua origine *nello spazio extraterrestre*, allora la somma delle masse della terra e il corpo è *maggiore* della terra presa da sola: cioè, prima che il corpo abbia finito la sua caduta: dico bene?
- EINSTEIN: Sì, ha ragione.
- SOCRATE: Quindi, anche un piccolo *meteorite* cadrebbe a un tasso più grande verso la terra, di quanto cadrebbe il Monte Olimpo stesso, no? Poiché la somma delle masse della terra e il meteorite sarebbe *superiore* alla somma delle masse della terra e il Monte Olimpo presi insieme: sì? In modo che, per esempio, se *oggi* si dovesse lasciar cadere il Monte Olimpo a terra da un'altezza di *h* metri, cadrebbe a terra a un tasso *t*, mentre se *domani* un meteorite di massa di pochi chilogrammi dovesse raggiungere alla terra, e dopo che il meteorite sia raffreddato si dovesse lasciarlo cadere dalla stessa altezza di *h* metri, cadrebbe al suolo ad un tasso *t'*, il tasso *t'* essendo maggiore di *t* – non è giusto? Poiché tra oggi e domani la massa *totale* della terra sarebbe aumentata di un paio di chilogrammi, vale a dire della massa del meteorite?
- EINSTEIN: Sì! Sì! Vedo ora che cosa voleva accennare. Lei ha perfettamente *ragione!* Non è che i corpi più *pesanti* cadono più velocemente rispetto ai corpi più *leggeri*, ma che da qualsiasi data altezza, il tasso di caduta di un corpo alla terra è proporzionale alla *somma delle masse della terra e quel particolare corpo che cade*, ambedue presi insieme. *Punto e basta!*
- SOCRATE: Eppure la maggior parte dei fisici, anche alla NASA, credono tuttora che *tutti* i corpi cadono a terra alla stessa velocità, non è vero? Da qualsiasi *data* altezza, per lo meno.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- EINSTEIN: Confesso che lo fanno.
- SOCRATE: Eppure sono sbagliati?
- EINSTEIN: *Ehm. Sì.*
- SOCRATE: *Tutti?*
- EINSTEIN: Beh, forse non *tutti* i fisici credono che ogni corpo cadrebbe a terra allo stesso tasso, ma la maggior parte di loro, di certo lo credono.
- SOCRATE: Forse più del 99,99% di loro?
- EINSTEIN: Forse. Anzi, *molto* probabilmente.
- SOCRATE: Con anche Premi Nobel tra di loro?
- EINSTEIN: Probabilmente.
- SOCRATE: Eppure ognuno che lo crede, crederebbe qualcosa che è *palesamente falso*: giusto?
- EINSTEIN: Povero me. Dio mio. *Dio mio*. Non ci posso credere! Come, *come* in nome del *cielo* ho potuto essere tanto *stupido* tutti questi anni? ... (*sospira*). Devo subito andare a parlare con Galileo di questo ragionamento.
- SOCRATE: Egli già lo sa. Ho parlato con lui poco fa ...
- EINSTEIN: *Dio mio!* Anche *Galileo* lo sa, e io non l'ho saputo fino ad ora ... e lui, beh, del *cinquecento!* Situazione terribile. Assolutamente orrenda.
- SOCRATE: Ebbene, mio caro professor Einstein, almeno lei – e Galileo, per di più – hanno entrambi la mentalità abbastanza aperta da ammettere quando venite dimostrati di essere sbagliati!
- EINSTEIN: Sì, per fortuna. Sono sempre stato contro il credere in qualcosa solo perché qualche autorità l'ha sostenuto. Infatti una volta ho scherzato che per punirmi per il mio disprezzo dell'autorità, il destino mi ha fatto un'autorità me stesso! (*Sorriso ironico*).
- SOCRATE: Forse l'ha fatto veramente! (*Sorride*). Ma molti fisici non hanno vedute così larghe ... o l'hanno?
- EINSTEIN: Non posso parlare per la maggior parte dei fisici, davvero non posso. E non dovrei. Ma io *personalmente* sono certamente disposto a cambiare idea se sono dimostrato di sbagliarmi. L'onestà intellettuale richiede niente di meno.
- SOCRATE: Ma vuol ammettere, sì o no, che solo perché il 99,99% dei fisici credono qualcosa, non significa che ciò in cui credono dev'essere *vero*?
- EINSTEIN: *Ehm. Sì*, penso che abbia ragione.
- SOCRATE: Quindi il 99,99% dei fisici – fisici assolutamente *brillanti* e con QI astronomicamente alti – che credono nella sua teoria che lo spazio può essere piegato dalla forza di gravità, potrebbero essere sbagliati anche loro – sì?
- EINSTEIN: Il modo in cui l'ha espresso ... non so cosa dire ... povero me ...

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

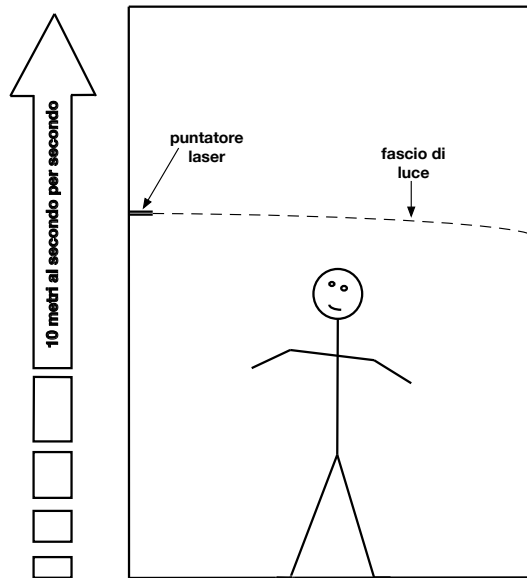
- SOCRATE: Mi permetta di farle ricordare ancora una volta che lei è sotto giuramento? (*Sorridendo*).
- EINSTEIN: Sì, ha ragione. Chiaramente il fatto che la mia teoria ha milioni – letteralmente – di sostenitori in tutto il mondo, tutti incredibilmente intelligenti, è nessun'evidenza della sua *verità*: come non lo è i milioni – letteralmente – di conferme che ha ogni anno.
- SOCRATE: Sono contento che lei lo capisca. Molte persone, nella mia esperienza, proprio non lo capiscono affatto.
- EINSTEIN: Strano. *Molto* strano.
- SOCRATE: Che cos'è?
- EINSTEIN: Che ho potuto essere così gravemente errato per tutta la mia vita. *Per tutta la mia vita!* E non solo io. Un sacco di gente! Persone brillanti. Bizzarro.
- SOCRATE: (*Silente*).
- EINSTEIN: Cazzo! *Cazzo!*
- SOCRATE: Non sapevo che lei usa delle parolacce, professor Einstein ... ?
- EINSTEIN: *Non* lo faccio, *normalmente*. Ma quest'occasione lo *richiede!*
- SOCRATE: Forse sono stato troppo duro con lei. Vede, dal momento che lei ha ripudiato il suo criterio di «falsificabilità», non ho ancora dimostrato che la sua teoria è *falsa*: ho dimostrato soltanto che *non può essere scientifica*.
- EINSTEIN: E non è *abbastanza* male, pure questo?
- SOCRATE: Beh, questa è solo una situazione *temporanea*, non è vero? Se riesce a enunciare un *altro* criterio di falsificabilità – *alcun* criterio – la sua teoria *non* sarebbe più antiscientifica ... e non sarebbe ancora essere falsificata nemmeno!
- EINSTEIN: (*Allegramente*) Ha *ragione!* Allora che facciamo adesso?
- SOCRATE: Continuiamo a discutere il suo sperimento-pensiero un po' di più, allora?
- EINSTEIN: Sì, facciamolo! (*Felice di nuovo*).
- SOCRATE: Vogliamo tornare al tipo più semplice del suo sperimento-pensiero? Quello in cui immaginiamo soltanto l'ascensore, l'uomo al suo interno, il puntatore laser e il fascio di luce?
- EINSTEIN: «Bisogna rendere ogni cosa il più semplice possibile, ma non più semplice di ciò che sia possibile»!
- SOCRATE: Giustissimo. Così siamo entrambi d'accordo che per l'uomo nel ascensore il fascio di luce *apparirebbe curvo* – sì?
- EINSTEIN: Sì, siamo pienamente d'accordo.
- SOCRATE: Eccetto, ovviamente, che la curvatura in qualsiasi ascensore di dimensioni normali sarebbe troppo leggera per scorgere ad occhio nudo; ma ignoreremo questo fatto per il momento, e considereremo irrilevante.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

EINSTEIN: Come ho fatto nel mio esperimento mentale originale. Sì.

SOCRATE: Così, giusto? (*disegna nella sabbia di nuovo*):



EINSTEIN: Giusto.

SOCRATE: Ora posso chiedere una *seconda* volta: qual è la *forma esatta* del fascio luminoso curvo?

EINSTEIN: Chiedo scusa?

SOCRATE: Voglio dire, sì, sappiamo che è *curvo* il fascio luminoso, ma qual è la *natura* di questa curvatura? È una parte di un *cerchio*, o una parte di un' *ellisse*, o una parte di una *parabola*, o una parte di una *iperbole*, o qualche altro tipo di curva?

EINSTEIN: (*Pensando un po'*) Beh, devo dire che è parte di una *parabola*, perché stiamo parlando di una *traiettoria*, non è vero? E in un campo gravitazionale, tutte le traiettorie di cose che sono causati a spostarsi orizzontalmente sono *paraboliche*.

SOCRATE: Sì. Esattamente così. O, se volessi cavillare, potrei dire che in un *campo gravitazionale* le traiettorie di oggetti sono in realtà parti di *ellissi* – almeno secondo Keplero – con uno dei fuochi di ogni ellisse esattamente al centro di gravità del pianeta attorno il quale l'oggetto è in movimento; ma dal momento che nel *suo* caso, l'ascensore è in *accelerazione*, e non *c'è* un centro di gravità, lei è completamente *corretto* definirla una parabola. O meglio, una *parte* di una parabola.

EINSTEIN: Grazie.

SOCRATE: E lei sarebbe d'accordo, spero, che una parabola, o anche una *parte* di essa, *non è curva in modo uniforme* su tutta la sua lunghezza, ma che il *grado* di curvatura varia a seconda di dove esattamente sulla sua lunghezza si sta parlando?

EINSTEIN: Sì, certo. Il che, infatti, vale per tutte le curve, eccetto i cerchi. Solo un cerchio, o una parte di un cerchio – cioè, un arco – è curvo con la *stessa* intensità per tutta la sua lunghezza.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

SOCRATE: Infatti. Ma ora, possiamo supporre che un *altro* puntatore laser sia affissato alla parete *opposta* dell'ascensore, alla stessa altezza dal pavimento come il primo?

EINSTEIN: Va bene ... (*pensa*) ...

SOCRATE: E supponiamo che questo secondo puntatore laser sia impostato a brillare un fascio di luce alla parete sulla quale è fissato il puntatore laser originale, in modo che quando l'ascensore *non* viene accelerato, la macchia di luce dal *secondo* puntatore laser brilla alla *stessa* altezza dal pavimento dell'ascensore come il punto di luce dal primo puntatore laser – solo che brilla sulla parete *opposta*.

EINSTEIN: (*Sta pensando*) Sì. Va bene. Supponiamolo.

SOCRATE: Così che quando l'ascensore *non* è in accelerazione, entrambi i laser brillano i loro fasci di luce *perfettamente orizzontalmente e in linee parallele e rette*, entrambi i fasci essendo esattamente alla *stessa altezza* dal pavimento dell'ascensore in tutta la loro lunghezza.

EINSTEIN: Sì. Va bene.

SOCRATE: Allora quando l'ascensore viene accelerato, entrambi i fasci di luce da entrambi i puntatori laser ormai diventerebbero curvi, ma ogni fascio di luce brilla nella direzione *opposta* all'altra.

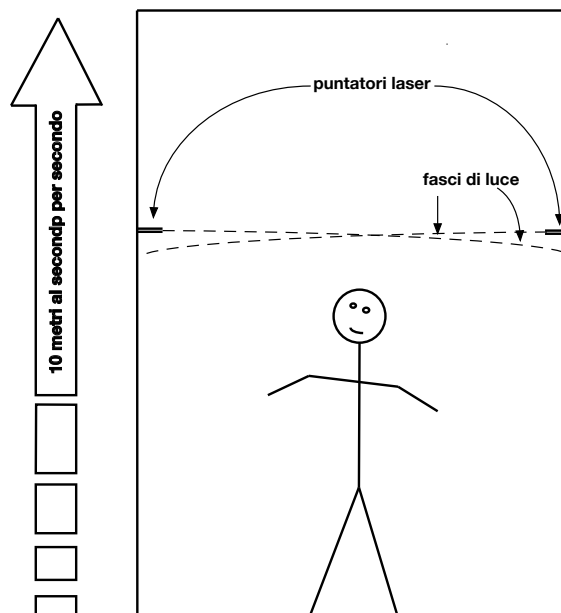
EINSTEIN: Sì, sì; ho capito la prima volta.

SOCRATE: Davvero?

EINSTEIN: (*Stizzito*) Sì, certo che l'ho capito! Ma che - mi prende per scemo? (*Pausa*). *Accidempoli!* Credo che ho messo il piede in bocca stavolta, eh? (*Sorride*).

SOCRATE: *Eh-eh!*

EINSTEIN: Comunque, per dimostrare che ho capito, mi permetta *a me* di disegnare l'immagine nella sabbia sta volta (*disegnando*):



EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- SOCRATE: Sì, è vero: ha ben capito.
- EINSTEIN: Grazie tanto!
- SOCRATE: Consideriamo ora i due fasci di luce dai due puntatori laser. Essi sarebbero entrambi *parabolici* in forma, giusto?
- EINSTEIN: Evidentemente.
- SOCRATE: Ed entrambi sarebbero *ugualmente* parabolici in forma, giusto?
- EINSTEIN: Infatti.
- SOCRATE: Eppure ci sarebbe una *differenza* tra di loro, no?
- EINSTEIN: In che modo?
- SOCRATE: Ebbene, uno di essi descriverebbe la parte *destra* di una parabola, e l'altra, la parte *sinistra* di una parabola: no? In altre parole, sarebbero *immagini speculari* l'uno dell'altro, no?
- EINSTEIN: (*Pensando*) Sì. (*Pensando un po' di più*). Sì, ha ragione. Ognuno dei fasci di luce sarebbe l'esatta immagine speculare dell'altro.
- SOCRATE: E non sarebbe possibile mettere le due immagini speculari insieme semplicemente *spostando* una di loro verso l'altra in modo da formare una singola curva, vero?
- EINSTEIN: Scusi?
- SOCRATE: Beh, se spostassimo le due curve tracciate da questi due fasci di luce, in modo da cercare di provocare entrambi di giacere esattamente lungo lo stesso percorso – in modo che invece di formare *due* linee curve, formano *una sola* curva – bene, allora, facendo una cosa del genere diventerebbe *impossibile*, non è vero?
- EINSTEIN: Ancora non capisco.
- SOCRATE: Va bene, esprimiamola in un altro modo. Andiamo passo a passo per raggiungere il nostro scopo. Si consideri le due curve tracciate da questi due fasci di luce.
- EINSTEIN: Sì.
- SOCRATE: Sono *due* linee curve, non è vero?
- EINSTEIN: (*Stizzito di nuovo*) Certo che lo sono.
- SOCRATE: Perdonami che procedo passo a passo. Ora, esiste alcun modo di *spostare* una di queste curve verso l'altra, in modo da farle giacere ambedue, in *tutta* la loro lunghezza, in modo che entrambi finiscono lungo *lo stesso percorso*? In modo che entrambi formano *un'unica curva*?
- EINSTEIN: Beh, sì: possiamo capovolgere una delle due curve, e dopo di che, possiamo spostarla verso l'altra, in modo che le due formano una curva sola.
- SOCRATE: Proprio così: dobbiamo *capovolgere* una di loro a farlo. Ma *senza* capovolgere una delle due curve, *non* possiamo farle giacere sullo stesso percorso unico: vero?

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

- EINSTEIN: *(Pensando)* No, non sarebbe possibile. Ma allora?
- SOCRATE: Ebbene, secondo la sua teoria, lo spazio sarebbe curvato *esattamente nello stesso modo e nella stessa misura* come i fasci di luce, vero?
- EINSTEIN: Sì, questa è precisamente la mia teoria!
- SOCRATE: Ma i due fasci di luce sono curvi in modi *diversi*, non è vero? Non in *gradi* diversi, certamente, ma in *modi* diversi. Vale a dire, nel *modo* in cui ognuno è curvato.
- EINSTEIN: Io non sono ancora sicuro che capisco. Può espandere, per favore?
- SOCRATE: Certo. Consideriamo ciascun fascio a turno. Il fascio emergente dal puntatore laser apposto su una delle pareti dell'ascensore è più curvato in una metà della sua lunghezza di quanto è curvato *nell'altra* metà della sua lunghezza: giusto?
- EINSTEIN: Sì ...
- SOCRATE: Quindi secondo la sua teoria, lo *spazio stesso* dev'essere *più* curvato nella metà del ascensore in cui il fascio di luce è più curvo, che *nell'altra* metà del ascensore: giusto? E viceversa, lo *spazio stesso* deve essere *meno* curvato nella metà del ascensore in cui il fascio di luce è meno curvo, che nell'altra metà? Sì?
- EINSTEIN: Sì.
- SOCRATE: E il fascio emergente dal puntatore laser apposta sul *altra* parete è anch'esso più curvato lungo una metà della sua lunghezza che lungo l'altra metà della sua lunghezza: sì?
- EINSTEIN: Sì, è vero.
- SOCRATE: Ma in ciascuno dei due fasci, il mezzo del fascio che è *più* curvo è sui lati *opposti* del ascensore: non è vero?
- EINSTEIN: *(Pensando un po')*. Sì, è vero.
- SOCRATE: Quindi lo spazio dev'essere più curvo in *una* metà dell'ascensore di quanto lo sia nell'altra metà, e *anche* più curvo *nell'altra* metà rispetto alla prima metà ... vero?
- EINSTEIN: *Ehm*, sì
- SOCRATE: Quindi la mia domanda è: è *possibile* questo? Voglio dire, logicamente e razionalmente; perché, anche se Gesù ha detto «con Dio tutto è possibile», qui stiamo discutendo di *fisica*.
- EINSTEIN: *(Profondamente nel pensiero ora)* Umm. Hmm. *(Brontolando sottovoce)*. *Gottverdamm!*
- SOCRATE: Non c'è bisogno di essere profano, professore. Ma se posso insistere: è *possibile*, o *non* è possibile?
- EINSTEIN: No; credo che non sia possibile.
- SOCRATE: Quindi sarebbe d'accordo che il suo sperimento mentale ha un *difetto fatale* in esso ... ossia, nella terminologia di Macrì, un «FLOP»? Mi permetta di ricordarle, per l'ultima volta, che lei è sotto giuramento.

EINSTEIN ESAMINATO DA SOCRATE

A PROPOSITO DEL SUO ESPERIMENTO MENTALE DELL'«ASCENSORE»

EINSTEIN: *(Pensando molto, molto a lungo)* Sì, devo ammetterlo; lo devo ammettere davvero. L'onestà intellettuale non mi permette di far altrimenti. Beh, torniamo al tavolo da disegno! Per fortuna, ora che sono morto ho una intera *eternità* per prevedere una teoria migliore; ma lo stesso, vorrei mettermi al lavoro subito.

SOCRATE: Quando si arriva al successo, per piacere fammi sapere! Sarò molto interessato a discuterne.

EINSTEIN: Grazie. È stato un – beh, non direi «un piacere», ma un discorso molto *interessante!* E mi creda, non sono offeso *personalmente*. Mi piacerebbe molto riprendere i nostri discussioni più tardi. Arrivederci, Socrate. *(Stringono le mani)*.

SOCRATE: Arrivederla professor Einstein! A presto. E ricorda di farmi sms sulla sua prossima teoria. Possiamo anche far videoconferenza, se vuole. Il mio nome *Skype* è «LO_SCEMO». Sono anche sul *FaceTime* sul mio *iPhone*. *(Si allontana lentamente)*.

EINSTEIN: È *cool*, lui, questo Socrate: davvero *cool*. Non cerca di diventare una persona di successo, ma piuttosto una persona di valore.

(Suo iPhone suona, segnalando l'arrivo di un sms. È da Socrate):

«Quindici secoli fa, tutti 'sapevano' che la terra era il centro dell'universo. Cinquecento anni fa, tutti 'sapevano' che la terra era piatta. E quindici minuti fa, tu 'sapevi' che gli esseri umani erano soli su questo pianeta. Immagina che cosa 'saprà' domani.» ~ Agente K [Tommy Lee Jones], nel film Men in Black.